



Jorge Miguel Chaves Sandiães

Licenciado em Ciências de Engenharia e Gestão Industrial

Melhoria de Atividades de Gestão e de Controlo numa Linha de Enchimento de Latas do Setor Alimentar

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia e Gestão Industrial

Orientadora: Professora Doutora Helena Victorovna Guitiss
Navas, Professora Auxiliar, FCT-UNL

Júri:

Presidente: Prof. Doutora Isabel Nascimento Lopes Nunes
Arguente: Prof. Doutora Ana Paula Filipe Tomé
Vogal: Prof. Doutora Helena Victorovna Guitiss Navas



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Setembro de 2017

Melhoria de atividades de gestão e de controlo numa linha de enchimento de latas do setor alimentar.

Copyright ©

Jorge Miguel Chaves Sandiães - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.
A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

À minha família, especialmente aos meus avós, à minha mãe, à minha irmã, aos meus tios e tias e aos meus primos, pela sua presença, educação, exigência, compreensão e suporte ao longo de todo o percurso que me levou à posição atual.

Aos meus amigos, pela força, memórias e momentos de descontração, imprescindíveis para um percurso académico de excelência. Especial referência ao Diogo e Daniel, que partilharam comigo 4 meses importantíssimos para a realização desta dissertação.

À professora Helena Navas, pela orientação da dissertação e pela partilha de conhecimento e disponibilidade que forneceu ao longo dos meses de estudo.

À empresa Font Salem, pela oportunidade disponibilizada, com particular referência aos operadores da linha de enchimento 94, sem os quais esta dissertação não teria sido possível. Obrigado pela disponibilidade e atenção providenciadas.

Resumo

No mercado atual, a indústria portuguesa afronta uma forte concorrência de países com custos operacionais substancialmente mais baixos. O desenvolvimento de novas abordagens com uma mentalidade de melhoria contínua é imprescindível para uma constante melhoria na utilização de recursos e de processos existentes, procurando incessantemente alcançar um aumento de eficácia e eficiência nas organizações.

A indústria agro-alimentar está também sujeita a uma competitividade crescente, tanto nacional como internacionalmente. A utilização de metodologias que, para além da melhoria contínua, proporcionem o desenvolvimento de soluções criativas e inovadoras, poderá ser relevante para o destaque e diferenciação entre organizações.

O presente estudo foi realizado na empresa Font Salem, uma empresa de produção de cerveja e refrigerantes, que se encontra empenhada na melhoria de processos internos. Para tal, o estudo visou a melhoria da linha de enchimento de latas 94, incluindo uma análise inicial de problemas, com maior foco nas paragens dos equipamentos. Foram realizados *brainstormings* com os mais diversos trabalhadores da empresa, o que permitiu discernir os pontos críticos a abordar. Através da aplicação de metodologias *Lean* e TRIZ, nomeadamente a Matriz de Idealidade, a Matriz de Contradições, o SMED, o 5S e a Análise Substância-Campo, foram implementadas ou sugeridas melhorias aos problemas identificados inicialmente, fortemente concentradas nas temáticas do desperdício de tempo e na organização e gestão da linha de enchimento. De maneira a complementar as melhorias implementadas, foram elaborados diversos procedimentos e instruções de trabalho, reduzindo variações e desperdícios ao longo do processo.

A implementação de metodologias levou a uma redução dos tempos de *setup* de 60% a 70%, dependendo do *setup*, a uma redução das movimentações dos operadores durante as trocas de formato de 26,2%, e a uma melhoria na gestão e organização da linha de 9% a 12%, dependendo do posto de trabalho.

Termos-chave: Inovação, TRIZ, filosofia *Lean*, indústria agro-alimentar, desperdício.

Abstract

In the current market, the Portuguese industry faces strong competition from countries with substantially lower operating costs. The development of new approaches with a continuous improvement mentality is essential for a constant improvement of resources' utilization and existing processes, incessantly seeking to achieve an increase in effectiveness and efficiency in organizations.

The agri-food industry is also subject to increasing competitiveness, both nationally and internationally. The utilization of methodologies that, in addition to continuous improvement, provide the development of creative and innovative solutions, may be relevant for highlighting and differentiating between organizations.

The present study was realized at Font Salem, a company that produces beer and soft drinks, which is committed to improve their internal processes. To this end, the study was aimed at improving the can filling line 94, including an initial analysis of problems, with greater focus on equipment interruptions. Brainstorming was done with the most diverse employees of the company, which allowed to discern the critical points to be addressed. Through the application of Lean and TRIZ methodologies, namely the Matrix of Ideality, the Matrix of Contradictions, SMED, 5S and the Substance-Field Analysis, improvements to the initially identified problems were implemented or suggested, strongly focused on the issues of time wastage and the organization and management of the filling line. To complement the implemented improvements, several procedures and work instructions were elaborated, reducing variations and wastes throughout the process.

The implementation of methodologies led to a reduction of *setup* times of 60% to 70%, a reduction of the operators' movement during format changes of 26,2%, and an improvement in the line's management and organization of 9% to 12%, depending on the work station.

Keywords: Innovation, TRIZ, Lean thinking, agri-food industry, waste.

Índice

1. Introdução	1
1.1. Enquadramento do tema	1
1.2. Objetivos e Metodologia	2
1.3. Estrutura da dissertação.....	3
2. Filosofia Lean e Metodologia TRIZ	5
2.1. Filosofia Lean	5
2.1.1. Origem e definição.....	5
2.1.2. Sete tipos de desperdício	6
2.1.3. Princípios do Lean thinking	7
2.1.4. Ferramentas do Lean	8
2.1.4.1. SMED	9
2.1.4.2. 5S.....	10
2.2. TRIZ.....	12
2.2.1. Características e Conceitos fundamentais da TRIZ.....	14
2.2.2. Principais ferramentas analíticas da TRIZ	16
2.2.2.1. Matriz Idealidade	16
2.2.2.2. Princípios inventivos e Matriz de contradições	17
2.2.2.3. Análise Substância-Campo	19
3. Caracterização da empresa	25
3.1. Font Salem	25
3.1.1. Missão, valores e visão	25
3.1.2. Caracterização da fábrica de Santarém.....	26
3.1.2.1. Principais produtos	26
3.1.3. Linha de enchimento 94	27
3.1.3.1. Processo de enchimento.....	32
3.1.4. Análise da situação inicial	33
4. Propostas de melhoria	37
4.1. Definição de pontos críticos para melhoria	37
4.2. Redução do desperdício de tempo	44
4.2.1. Troca de produto – Refrigerante	49
4.2.2. Troca de produto – Cerveja.....	55
4.2.3. Troca de formato – HS MP para P12 P.....	58
4.2.4. Resultados da aplicação do SMED	64
4.3. Melhoria da organização e gestão da linha.....	64
4.3.1. Resultados da aplicação do 5S	73
5. Conclusões e Perspetivas de trabalho futuro	75

5.1. Conclusões	75
5.2. Perspetivas de trabalho futuro.....	77
Bibliografia	79
Anexos	83
Anexo I. Atividades constituintes de cada setup e respetivos dados temporais.....	83
Anexo II. Instruções de trabalho.....	88
Anexo III. Diagramas de esparguete	102
Anexo IV. Resultados da auditoria 5S.....	103

Índice de figuras

Figura 1.1 - Evolução do volume de negócios da indústria agroalimentar no mercado nacional.....	1
Figura 1.2 - Divisão, a nível europeu, do volume de negócios por setores	1
Figura 2.1 - Três tipos de ações e tarefas que ocorrem ao longo de um fluxo de valor	8
Figura 2.2 - Método de aplicação do 5S	12
Figura 2.3 - Metodologia de implementação da TRIZ	13
Figura 2.4 - Metodologia de aplicação dos princípios inventivos	19
Figura 2.5 - Situação problemática 1 - Modelo incompleto.....	20
Figura 2.6 - Solução geral 1	20
Figura 2.7 - Situação problemática 2 - Interação prejudicial entre substâncias	20
Figura 2.8 - Solução geral 2	20
Figura 2.9 - Solução geral 3	21
Figura 2.10 - Solução geral 4	21
Figura 2.11 - Solução geral 5	21
Figura 2.12 - Solução geral 6	22
Figura 2.13 - Solução geral 7	22
Figura 2.14 - Situação problemática 3 - Impacto insuficiente ou ineficiente	22
Figura 3.1 - Localização das fábricas da Font Salem	25
Figura 3.2 - Exemplos de marcas produzidos na fábrica de Santarém	27
Figura 3.3 - <i>Layout</i> da linha de enchimento 94	27
Figura 3.4 - Dispersão dos equipamentos pela linha de enchimento 94.	28
Figura 3.5 - Despaletizadora	28
Figura 3.6 - Enchedora, cravadora e inspetor de nível 1	29
Figura 3.7 - Pasteurizador	29
Figura 3.8 - Datadoras e inspetor de nível 2	30
Figura 3.9 - Embaladora Hi-Cone	30
Figura 3.10 - Embaladora OCME VEJA	30
Figura 3.11 - Empacotadora OCME TH	31
Figura 3.12 - Paletizadora	31
Figura 3.13 - Envolvedora e etiquetadora de paletes	31
Figura 3.14 - Formatos de produto final da linha de enchimento 94.	32
Figura 3.15 - Fluxograma do processo de enchimento da linha de enchimento 94	33
Figura 3.16 - Exemplo de folha de registo de paragens	34
Figura 3.17 - Diagrama de Pareto das paragens da linha de enchimento 94	35
Figura 4.1 - Análise de prioridades de <i>setup</i>	47
Figura 4.2 - Tempo alvo para o <i>setup</i> "Troca de produto – Refrigerante"	50
Figura 4.3 - <i>Setup</i> "Troca de produto - Refrigerante" após passo 1 do SMED	50
Figura 4.4 - Sonda existente nos tanques da xaroparia	51
Figura 4.5 - Painel da xaroparia	51

Figura 4.6 - <i>Setup</i> "Troca de produto - Refrigerante" após passo 2 do SMED	53
Figura 4.7 - <i>Setup</i> "Troca de produto - Refrigerante" após passo 3 do SMED	54
Figura 4.8 - Melhoria do <i>setup</i> "Troca de produto - Refrigerante"	54
Figura 4.9 - Tempo alvo para o <i>setup</i> "Troca de produto – Cerveja"	55
Figura 4.10 - <i>Setup</i> "Troca de produto - Cerveja" após passo 1 do SMED	56
Figura 4.11 - <i>Setup</i> "Troca de produto - Cerveja" após passo 2 do SMED	57
Figura 4.12 - <i>Setup</i> "Troca de produto - Cerveja" após passo 3 do SMED	58
Figura 4.13 - Melhoria do <i>setup</i> "Troca de produto - Cerveja"	58
Figura 4.14 - Tempo alvo para o <i>setup</i> "Troca de formato - HS MP para P12 P"	59
Figura 4.15 - <i>Setup</i> "Troca de formato – HS MP para P12 P" após passo 1 do SMED	60
Figura 4.16 - <i>Setup</i> "Troca de formato – HS MP para P12 P" após passo 2 do SMED	61
Figura 4.17 - <i>Setup</i> "Troca de formato – HS MP para P12 P" após passo 3 do SMED	63
Figura 4.18 – Melhoria do <i>setup</i> "Troca de formato – HS MP para P12 P"	63
Figura 4.19 - Representação gráfica dos postos de trabalho na linha de enchimento	66
Figura 4.20 - Resultados da auditoria inicial de 5S	66
Figura 4.21 - Mesa de trabalho e painel inicial	67
Figura 4.22 - Organização da mesa de trabalho - Sistema ineficiente	67
Figura 4.23 - Mesa de trabalho e painel final	68
Figura 4.24 - Organização da mesa de trabalho - Sistema final	68
Figura 4.25 - Registos de conformidade inexistentes - Sistema incompleto	68
Figura 4.26 - Registos de conformidade inexistentes - Sistema final	69
Figura 4.27 - Exemplos de registos de conformidade	69
Figura 4.28 - Exemplos de falta de condições de limpeza e organização	70
Figura 4.29 - Inexistência de material de limpeza - Sistema incompleto	70
Figura 4.30 - Exemplo de um posto de limpeza	70
Figura 4.31 - Inexistência de material de limpeza - Sistema final	70
Figura 4.32 - Estantes e suportes existentes para armazenamento	71
Figura 4.33 - Exemplos da inutilização das zonas de armazenamento	71
Figura 4.34 - Inutilização de zonas de armazenamento no posto 3 – Sistema ineficiente	72
Figura 4.35 - Estante de armazenamento após etiquetagem	72
Figura 4.36 - Inutilização de zonas de armazenamento no posto 3 – Sistema final	72
Figura 4.37 - Inutilização de zonas de armazenamento no posto 4 – Sistema incompleto	73
Figura 4.38 - Estante com suportes circulares	73
Figura 4.39 - Inutilização de zonas de armazenamento no posto 4 – Sistema final	73
Figura 4.40 - Resultados da auditoria final de 5S	74
Figura A.II.1 - Instrução de trabalho para troca de produto na enchedora	88
Figura A.II.2 - Instrução de trabalho para troca de lata na despaletizadora	98
Figura A.III.1 - Diagrama de esparguete inicial	102
Figura A.III.2 - Diagrama de esparguete final	102

Índice de tabelas

Tabela 1.1 - Análise SWOT da indústria agroalimentar	2
Tabela 2.1 - Comparação entre sistemas de produção	6
Tabela 2.2 - Benefícios da aplicação do SMED	10
Tabela 2.3 - Cinco níveis inventivos.....	13
Tabela 2.4 - 40 Princípios inventivos	17
Tabela 2.5 - 39 Parâmetros de engenharia.....	18
Tabela 3.1 - Dados auxiliares para elaboração de Diagrama de Pareto	34
Tabela 4.1 - Matriz Idealidade	37
Tabela 4.2 - Matriz de Contradições	41
Tabela 4.3 - Dados temporais e de frequência dos formatos produzidos pela linha	47
Tabela 4.4 - Resumo dos dados temporais para o <i>setup</i> “Troca de produto – Refrigerante”	49
Tabela 4.5 - <i>Setup</i> “Troca de produto – Refrigerante” após passo 1 do SMED	50
Tabela 4.6 - Tabela-padrão para padronização de corte de produto	52
Tabela 4.7 - <i>Setup</i> “Troca de produto – Refrigerante” após passo 2 do SMED	53
Tabela 4.8 - <i>Setup</i> “Troca de produto – Refrigerante” após passo 3 do SMED	54
Tabela 4.9 - Resumo dos dados temporais para o <i>setup</i> “Troca de produto – Cerveja”	55
Tabela 4.10 - <i>Setup</i> “Troca de produto – Cerveja” após passo 1 do SMED	56
Tabela 4.11 - <i>Setup</i> “Troca de produto – Cerveja” após passo 2 do SMED	57
Tabela 4.12 - <i>Setup</i> “Troca de produto – Cerveja” após passo 3 do SMED	58
Tabela 4.13 - Resumo dos dados temporais para o <i>setup</i> “Troca de formato – HS MP para P12 P” ..	59
Tabela 4.14 - <i>Setup</i> “Troca de formato – HS MP para P12 P” após passo 1 do SMED	60
Tabela 4.15 - <i>Setup</i> “Troca de formato – HS MP para P12 P” após passo 2 do SMED	61
Tabela 4.16 - <i>Setup</i> “Troca de formato HS MP para P12 P” após passo 3 do SMED	62
Tabela 4.17 - Melhorias temporais obtidas através da aplicação do SMED	64
Tabela 4.18 - Melhorias relativas a movimentações obtidas através da aplicação do SMED	64
Tabela 4.19 - <i>Checklist</i> de 5S	65
Tabela 4.20 - Critérios de avaliação para a <i>checklist</i> de 5S	65
Tabela 4.21 - Melhorias obtidas através da implementação do 5S	74
Tabela A.I.1 - Operações constituintes dos 3 <i>setups</i> prioritários.....	83
Tabela A.I.2 - Tempos de cada atividade para o <i>setup</i> Troca de produto - Refrigerante.....	83
Tabela A.I.3 - Tempos de atividades para o <i>setup</i> Troca de produto - Refrigerante (Continuação)	84
Tabela A.I.4 - Tempos de atividades para o <i>setup</i> Troca de produto - Cerveja	84
Tabela A.I.5 - Tempos de atividades para o <i>setup</i> Troca de produto – Cerveja (Continuação).....	85
Tabela A.I.6 - Tempos de atividades para o <i>setup</i> Troca de produto – Cerveja (Continuação).....	86
Tabela A.I.7 - Tempos de atividades para o <i>setup</i> Troca de formato - HS MP para P12 P	87
Tabela A.II.1 - <i>Checklist</i> para troca de produto na enchedora	97
Tabela A.II.2 - <i>Checklist</i> de ferramentas e peças de formato	101
Tabela A.IV.1 - <i>Checklist</i> inicial para despaletizadora e inspetor 2	103

Tabela A.IV.2 - <i>Checklist</i> inicial para enchedora, pasteurizador e inspetor 1.....	104
Tabela A.IV.3 - <i>Checklist</i> inicial para embaladoras.....	105
Tabela A.IV.4 - <i>Checklist</i> inicial para paletizadora e envolvedora	106
Tabela A.IV.5 - <i>Checklist</i> final para despaletizadora e inspetor 2.....	107
Tabela A.IV.6 - <i>Checklist</i> final para enchedora, pasteurizador e inspetor 1	108
Tabela A.IV.7 - <i>Checklist</i> final para embaladoras	109
Tabela A.IV.8 - <i>Checklist</i> final para paletizadora e envolvedora.....	110

Abreviaturas, siglas e acrónimos

CIP – *Clean In Place*

FIPA – Federação das Indústrias Portuguesas Agro-alimentares

HS – Hi-Cone Solto

IFS – *Internation Food Standard*

OPL – *One Point Lesson*

P – Palete

P12 – Pack de 12

PET - Polietileno Tereftalato

PI – Princípios Inventivos

PME – Pequenas e Médias Empresas

RFI – Resultado Final Ideal

RV – Razão Volumétrica

SMED – *Single Minute Exchange of Dies*

Tq – Tanque

1. Introdução

1.1. Enquadramento do tema

O setor agroalimentar é, atualmente, o maior setor industrial em Portugal e na Europa, representando 16% da indústria transformadora em Portugal. Nacionalmente, é composto por pequenas e médias empresas, altamente dispersas, empregando cerca de 110.000 trabalhadores, divididos por cerca de 11.000 organizações (Cruz, 2011). Este setor apresentou, em 2016, um volume de negócios de cerca de 15.384 milhões de euros, o que representa um aumento de cerca de 1.500 milhões de euros quando comparado com o ano de 2011 (FIPA, 2016). Em termos europeus, a indústria agroalimentar apresentou, em 2014, um volume de negócios na ordem dos 1.089 mil milhões de euros, empregando cerca de 4,25 milhões de trabalhadores por cerca de 289.000 organizações (FoodDrink Europe, 2016). A evolução do volume de negócios do setor no mercado nacional está representada na figura 1.1.

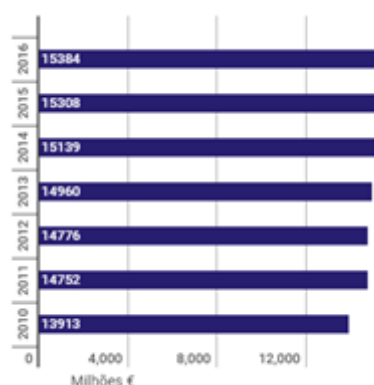


Figura 1.1 - Evolução do volume de negócios da indústria agroalimentar no mercado nacional (FIPA, 2016)

Sendo uma indústria altamente diversificada, o seu volume de negócios está dividido por vários setores específicos, como produtos láteos, bebidas, óleos e gorduras, panificação e farináceos, entre outros. A divisão do volume de negócios por todos os setores, a nível europeu, está representada na figura 1.2.

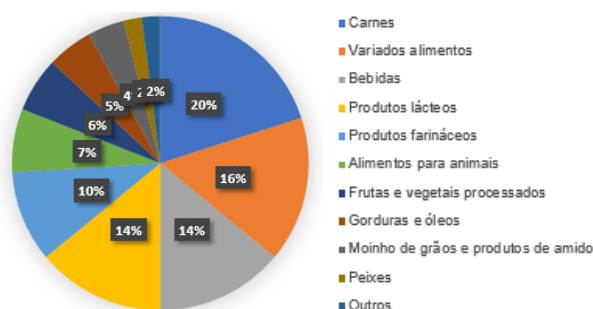


Figura 1.2 - Divisão, a nível europeu, do volume de negócios por setores (Adaptado de FoodDrink Europe, 2016)

A análise ao pormenor da indústria agroalimentar está representada na tabela 1.1, através de uma análise SWOT.

Tabela 1.1 - Análise SWOT da indústria agroalimentar (Adaptado de Gomes, 1990)

Forças	Fraquezas
Maior setor industrial em Portugal e na Europa	Constituído principalmente por PME's
Setor altamente diversificado	Necessidade de certificação
	Falta de capacidade de negociação em relação à distribuição
	Falta de especialização
Oportunidades	Ameaças
Proximidade ao consumidor	Crescimento dos preços da matéria-prima
Crescimento do volume de negócios	Diminuição do consumo
	Concorrência

1.2. Objetivos e Metodologia

O principal objetivo da dissertação foi a redução de desperdícios presentes numa linha de enchimento de lata, auxiliado pela utilização de metodologias TRIZ e ferramentas analíticas do *Lean* para a identificação de melhorias e implementação de soluções. De maneira a atingir o objetivo comprometido, foram definidas diversas atividades a realizar, efetuadas seguindo uma ordem lógica:

1. Visualização e compreensão do processo de enchimento, assimilando os passos do procedimento e obtendo o máximo de informação possível, captando os pormenores imprescindíveis ao estudo a realizar. Este passo foi realizado através de observação direta da linha de enchimento e de modo presencial;
2. Identificação de pontos críticos do processo, através de *brainstormings* com variados trabalhadores da empresa (operadores, chefes de departamento, entre outros) e da análise das paragens dos equipamentos, registadas pelo operador da enchedora;
3. Medição e análise dos tempos de *setup*, utilizando a ferramenta do *Lean* SMED. Através do SMED foi possível aperfeiçoar os processos de trocas de produto/formato e sugerir melhorias em termos de desperdício de tempo;
4. Auditorias de limpeza e organizações dos postos de trabalho, utilizando a ferramenta do *Lean* 5S. Por intermédio do 5S, foi possível aplicar melhorias na linha, em termos de organização e gestão da mesma.
5. Redução da variação das atividades e processos, através da elaboração de manuais e documentos para normalização.

O desenvolvimento de melhorias e soluções aos problemas identificados permitiu a redução do desperdício de tempo e a eliminação de atividades que não acrescentam valor.

Para além das atividades planeadas foram elaborados registos de conformidade, *standards* de qualidade e diversas instruções de trabalho. Estes elementos complementam as atividades planeadas no alcance dos objetivos definidos.

1.3. Estrutura da dissertação

A presente dissertação encontra-se dividida em 5 capítulos:

1. Introdução;
2. Filosofia *Lean* e Metodologia TRIZ;
3. Caraterização da empresa;
4. Propostas de melhoria
5. Conclusões e perspectivas de trabalho futuro.

No primeiro capítulo, Introdução, é realizado um enquadramento ao estudo realizado, mencionando os objetivos do mesmo. É também especificada a estrutura da dissertação.

No segundo capítulo é efetuada a revisão bibliográfica dos temas que servem de base para o estudo realizado, a filosofia *Lean* e as metodologias TRIZ. Neste capítulo são abordadas as ferramentas relevantes à análise realizada.

O terceiro capítulo é iniciado com uma caraterização da empresa, abordando com mais especificidade a fábrica onde o estudo foi realizado, denominada Fábrica de Santarém, e a linha de enchimento na qual as metodologias foram aplicadas, sendo esta a linha 94 de enchimento de latas. Para além da caraterização da empresa, é realizada uma análise inicial de problemas da linha, que serão tidos em conta na aplicação de metodologias no capítulo 5.

O quarto capítulo debruça-se sobre o estudo desenvolvido na linha de enchimento, onde foram implementadas diversas metodologias que auxiliam a identificação de problemas críticos e o desenvolvimento de melhorias e soluções para os mesmos.

No quinto capítulo são analisados os resultados obtidos e retiradas as conclusões finais, propondo sugestões de melhoria e de trabalho futuro.

Para além dos 5 capítulos principais, existe ainda informação complementar que necessita, imperativamente, de ser apresentada. Esta informação está representada nos anexos, dividida da seguinte forma:

- Anexo I: Atividades constituintes de cada *setup* e respetivos dados temporais;
- Anexo II: Instruções de trabalho;
- Anexo III: Diagramas de esparguete;
- Anexo IV: Resultados da auditoria 5S.

2. Filosofia *Lean* e Metodologia TRIZ

No presente capítulo é efetuada a revisão bibliográfica da filosofia *Lean* e das metodologias TRIZ, temas nos quais este estudo se centra. Para além da origem e características de cada tema, são também abordadas as ferramentas utilizadas no desenvolvimento do estudo.

2.1. Filosofia *Lean*

A filosofia *Lean* é um sistema de gestão que tem como objetivo o desenvolvimento de processos e procedimentos, reduzindo continuamente os desperdícios ao longo do processo.

2.1.1. Origem e definição

No início do século XX, Henry Ford introduziu as técnicas de produção em massa no fabrico de automóveis, alterando a norma de fabrico artesanal para o fabrico em série. O método de produção mudou de pequenas oficinas com trabalhadores altamente especializados para grandes áreas de trabalho com equipamento especializado e de elevado custo, reduzindo a necessidade de mão-de-obra. O aumento da complexidade dos processos resultou numa maior oferta de produtos que, por sua vez, levaram a acumulações de stock e aumento dos tempos de processo, aumentando o tempo de resposta a pedidos e as reclamações por parte dos clientes (Pinto, 2008).

Aliadas aos novos processos na indústria implementados por Henry Ford, as expectativas dos clientes cresceram rapidamente, exigindo uma maior personalização de produto final, tempos de processos reduzidos, melhor qualidade e preços mais baixos. De maneira a responder às imposições dos clientes, a indústria, nomeadamente a japonesa, liderada pela Toyota, redesenhou as regras de gestão industrial (Pinto, 2008).

O *Toyota Production Systems* (TPS) originou o conceito de *Lean*. Criado em 1940 pelo engenheiro Taiichi Ohno, o TPS foi desenvolvido como uma filosofia orientada para a satisfação eficiente das necessidades e expectativas dos clientes, baseada no desejo de produzir através de um fluxo contínuo que não dependia da produção em massa para ser eficiente. O que atualmente é denominado como *Lean thinking* é uma extensão do sistema de produção da Toyota (Melton, 2005).

As ferramentas e técnicas chave da filosofia *Lean* incluem (Melton, 2005):

- Kanban: sinal visual que suporta o fluxo contínuo ao “puxar” o produto através do processo produtivo a pedido do cliente;
- 5S: técnica visual de controlo e organização das linhas de produção;
- Gestão visual: método visual de medição de performance das linhas de produção;
- Poke-yoke: técnico de controlo de falhas;
- SMED: técnica para redução dos tempos de *setup*.

A comparação entre as técnicas de produção em massa, desenvolvidas por Ford, e a produção *Lean*, desenvolvida por Ohno, está apresentada na tabela 2.1.

Tabela 2.1 - Comparação entre sistemas de produção (Adaptado de Melton, 2005)

	Produção em massa	Produção Lean
Base	Henry Ford	Toyota
Trabalhadores - design	Trabalhadores semiqualeificados	Equipas de trabalhadores multi-qualificados
Trabalhadores produção	Trabalhadores não qualificados ou semiqualeificados	Equipas de trabalhadores multi-qualificados
Equipamento	Equipamentos dispendiosos com um único propósito	Sistemas manuais e automáticos capazes de produzir grandes volumes e variedade
Método de produção	Grande volume de produtos standardizados	Produzir o que o cliente encomendou
Filosofia organizacional	Hierárquica – gestão toma a responsabilidade	Fluxos de valor utilizando níveis apropriados de poder
Filosofia	Busca pelo “suficiente”	Busca pela perfeição

2.1.2. Sete tipos de desperdício

Qualquer atividade que não agrega valor para o cliente, mas que consome recursos, é considerada, na filosofia *Lean*, como desperdício, ou *muda*. No contexto de sistemas de produção, existem sete tipos de desperdício (Hicks, 2007):

1. **Sobreprodução:** ocorre quando operações continuam após o necessário. É considerado como o desperdício mais crítico, porque induz à existência dos restantes desperdícios, como stocks elevados e meios de transporte desnecessários.
2. **Stocks:** todo o inventário que não é diretamente necessário para garantir as encomendas atuais dos clientes é considerado desperdício. Inventário inclui matérias-primas, produtos finais e produtos semi-acabados.
3. **Defeitos:** produtos finais que não estão conforme em relação às especificações ou expectativas do cliente, causando descontentamento por parte dos mesmos.
4. **Transporte desnecessário:** movimento de materiais desnecessário, como produto semi-acabado a ser transportado de uma operação para outra. Transportes devem ser minimizados, uma vez que acrescentam tempo ao processo sem acrescentar valor.

5. **Tempo de espera:** ocorre quando existem períodos de inatividade num processo secundário porque o processo principal apresenta atrasos.
6. **Sobreprocessamento:** Operações adicionais, como reprocessamento e armazenamento, que ocorrem devido a defeitos, sobreprodução ou stocks excessivos.
7. **Movimento desnecessário:** Movimentos adicionais efetuados pelos trabalhadores e equipamentos devido a layouts ineficientes, defeitos, reprocessamento, entre outros.

2.1.3. Princípios do *Lean thinking*

A filosofia *Lean* consiste num conjunto de conceitos que visam simplificar o modo como uma organização produz valor para os clientes, reduzindo e eliminando os desperdícios inerentes aos processos (Womack et al., 1990).

Dito isto, é possível identificar cinco fases para implementar os conceitos do *Lean thinking* (Womack & Jones, 2003):

- **Especificar valor**

Valor apenas pode ser definido pelo cliente, e apenas é significativo quando é expresso através de um produto específico com características específicas, num momento específico e a um preço específico através de diálogo com clientes específicos. Resumidamente, definir o valor de uma maneira precisa é um passo crítico na filosofia *Lean*, já que o fornecimento do serviço ou produto errado aos clientes é considerado desperdício.

- **Identificação do fluxo de valor**

O fluxo de valor é o conjunto de todas as ações específicas necessárias para levar um produto ou serviço específico através das 3 tarefas de gestão críticas de qualquer negócio:

1. **Operação de resolução de problemas:** ocorre desde a conceção do produto ou serviço até ao início de produção;
2. **Operação de gestão de informação:** ocorre desde a receção de encomendas até à entrega;
3. **Operação de transformação:** ocorre desde a matéria-prima até ao produto final na posse do cliente.

A identificação do fluxo de valor para cada produto ou família de produtos é o próximo passo na filosofia *Lean*, expondo inúmeros desperdícios. Uma análise do fluxo de valor irá, geralmente, demonstrar que três tipos de ações e tarefas estão a ocorrer ao longo do mesmo:

- a) Ações e tarefas que criam valor;
- b) Ações e tarefas que não criam valor, mas que são inevitáveis com as tecnologias e ativos atuais;
- c) Ações e tarefas que não criam valor e que são evitáveis.

Estes três tipos de tarefas estão representados na figura 2.1.



Figura 2.1 - Três tipos de ações e tarefas que ocorrem ao longo de um fluxo de valor (Adaptado de Pinto, 2008)

- **Fluxo**

Assim que o valor esteja precisamente especificado e o fluxo de valor para um produto específico mapeado, é necessário garantir que as tarefas que criem valor sejam contínuas e apresentem fluidez entre elas. O grande objetivo é a criação de um fluxo contínuo em produções de pequenas dimensões, minimizando o *stock*.

- **Pull**

O primeiro efeito visível da introdução do conceito de fluxo numa empresa é a redução de tempo necessário para a realização das três tarefas de gestão críticas, mencionadas na identificação do fluxo de valor. Assim, a capacidade de produzir o que o cliente quer, na altura em que ele o quer, descarta a necessidade de uma previsão de vendas, podendo o cliente “puxar” o produto ou serviço que quer, quando o desejar.

- **Perfeição**

Assimilados e aplicados os 4 conceitos anteriores, e tendo em conta que os mesmos interagem entre si num ciclo, expondo desperdícios ao longo do fluxo de valor, inicia-se a procura pela perfeição, através de melhoria contínua e inovação.

2.1.4. Ferramentas do *Lean*

No domínio da redução de desperdícios, do aumento da eficiência e da criação de valor para o cliente, existe uma panóplia de metodologias *Lean* capazes de ser aplicadas. Apenas serão abordadas as ferramentas utilizadas no estudo a realizar.

2.1.4.1. SMED

A metodologia SMED, acrónimo de *Single Minute Exchange of Die*, foi desenvolvida por Shigeo Shingo, e consiste num grupo de técnicas e passos que permite a execução de processos de *setup* em menos de 10 minutos (minutos expressos num único dígito), reduzindo os desperdícios associados (Shingo, 1985). Um *setup* representa as atividades necessárias para a mudança de produção de um produto para a produção de outro produto, até à obtenção de uma produção com qualidade (Mcintosh et al., 1996)

As 3 principais razões para a redução dos tempos de *setup* são (Van Goubergen & Van Landeghem, 2002):

- Flexibilidade: devido à grande variedade de produtos e à redução das quantidades encomendadas pelos clientes, as organizações necessitam de estar devidamente preparadas para reagir rapidamente às necessidades dos consumidores;
- Capacidade de congestionamento: *setups* devem ser minimizados de maneira a maximizar a capacidade disponível para produção;
- Minimização de custos: custos de produção estão diretamente relacionados com o desempenho dos equipamentos. Com a redução dos tempos de *setup*, os tempos de paragem de máquinas reduzem, diminuindo os custos de produção.

A aplicação do SMED, para além do seu efeito benéfico em termos de eficiência temporal, previne a necessidade de novos equipamentos, privilegiando a adaptação e melhoria de máquinas existentes. Geralmente, este processo de adaptação ocorre convertendo uma máquina com um propósito geral, que pode ser ajustada infinitamente, para uma máquina dedicada pré-ajustada, que possa ser rapidamente preparada para tipos específicos de *setup* (Trietsch, 2008)

As operações de *setup* estão divididas em 2 tipos: operações internas, que só podem ser realizadas quando o equipamento está parado, e operações externas, que podem ser efetuados com o equipamento a funcionar. Tendo esses 2 tipos de operações em conta, a aplicação da metodologia SMED ocorre em 4 fases distintas:

1. Fase preliminar: atividades internas e externas indiferenciadas;
2. Fase 1: separação de atividades internas e externas;
3. Fase 2: conversão de atividades internas em externas;
4. Fase 3: melhoria de atividades internas e externas.

A fase preliminar consiste nas seguintes 5 atividades (Costa et al., 2013):

1. Observações iniciais: identificação de ferramentas utilizadas durante o *setup* e observação de movimentações e atividades realizadas pelo operador;
2. Diálogo: diálogo com os operadores, de maneira a identificar possíveis problemas na troca de formato;

3. Gravação de vídeo: registo de todas as operações e movimentações realizadas durante o *setup*;
4. Construção de um diagrama de sequência: descrição e classificação das operações que constituem o *setup*, registo das respetivas durações, e distância percorrida pelo operador;
5. Construção do diagrama de esparguete: representação gráfica dos movimentos que o operador realiza durante a operação.

Resumindo, os principais benefícios da aplicação do SMED estão representados na tabela 2.2.

Tabela 2.2 - Benefícios da aplicação do SMED (Adaptado de Shingo, 1985)

Benefícios diretos
Redução dos tempos de <i>setup</i>
Redução dos tempos desperdiçados em ajustes
Redução do número de erros em trocas de produto e formato
Aumento da qualidade do produto
Aumento da segurança
Benefícios indiretos
Redução de stock
Aumento da flexibilidade de produção
Racionalização de ferramentas

2.1.4.2. 5S

5S é um método *Lean* que é implementado para reduzir desperdícios, controlar a organização e limpeza do local de trabalho e melhorar a produtividade. É considerado um conceito base da filosofia *Lean*, uma vez que estabelece a estabilidade operacional necessária para realizar e manter uma melhoria contínua (PAC, 2013)

A ferramenta denominada 5S surgiu por volta de 1950, no Japão, com o objetivo de combater a desorganização estrutural sofrida pelo Japão na 2ª Guerra Mundial. Com o sucesso da sua implementação, esta metodologia acabou por ser adotada internacionalmente, sendo hoje uma das bases do *Lean* (Silva, 1996).

Muitas organizações iniciam a sua transformação *Lean* com o 5S porque é um método que expõe os exemplos mais visíveis de desperdício, e ajuda a estabelecer a estrutura e disciplina necessária para perseguir outras iniciativas de melhoria contínua. Os objetivos e benefícios do 5S são (Al-Aomar, 2011):

- Redução e eliminação de atividades sem valor acrescentado;
- Redução no tempo de procura por ferramentas, partes e matérias-primas;
- Redução de *stock* e custos de movimentações associados;

- Melhoria de utilização do espaço disponível;
- Melhoria da segurança e moral dos trabalhadores;
- Melhoria da qualidade do produto;
- Extensão do tempo de vida dos equipamentos, devido a inspeções e limpezas mais frequentes;
- Criação de um local de trabalho limpo e organizado.

Os 5 sentidos que compõem esta ferramenta são (Nakagawa, 2017):

1. **Seiri** – Utilização

O objetivo da aplicação do *Seiri* é a eliminação de objetos dispensáveis ao bom funcionamento do local de trabalho, mantendo apenas o necessário para a execução da atividade. Este sentido é importante para manter a empresa operacionalmente eficiente, podendo ser expandido para todas as instalações físicas da empresa e respectivas políticas e procedimentos. Os objetos que forem classificados como desnecessários devem ser etiquetados e armazenados num local específico por um certo período de tempo, após o qual devem ser descartados.

2. **Seiton** – Organização

Após a eliminação do material desnecessário, é imperativo organizar o imprescindível. Deve-se definir os locais apropriados para cada objeto, de maneira a facilitar a sua utilização. Para tal devem ser seguidas as seguintes instruções:

- Delinear e marcar equipamentos e objetos no chão;
- Etiquetar locais de armazenamento e ferramentas/peças de formato, facilitando a sua identificação e utilização;
- Onde possível, utilizar imagens e gráficos para facilitar reconhecimento.

Localizações específicas para todos os *items* permite aos trabalhadores visualizar imediatamente objetos fora do lugar e se existe a necessidade de encomendar mais materiais e matérias-primas.

3. **Seisou** – Limpeza

Seisou contempla 3 atividades principais: limpeza do local de trabalho, manutenção da sua aparência e utilização de medidas preventivas para o manter limpo.

Todos os trabalhadores devem ter à sua disposição materiais de limpeza adequados, de forma a possuírem meios de atuar aquando da identificação das principais fontes de sujidade do local de trabalho.

4. **Seiketsu** – Normalização

Nesta fase de implementação, devem ser identificados métodos de normalização das melhorias estabelecidas nos pontos anteriores. O objetivo é estabelecer as boas práticas como rotina, e fazer com que cada trabalhador as use da mesma maneira, reduzindo a variação. Para tal, é

necessário definir os padrões e procedimentos para que os primeiros 3S ocorram constantemente dentro da organização.

5. *Shitsuke* – Autodisciplina

O propósito do *Shitsuke* é a manutenção das melhorias implementadas, fazendo com que os 4S anteriores se tornem uma disciplina e uma cultura da organização. Quando aplicado corretamente, os trabalhadores praticam as normas estabelecidas de uma forma automática, fazendo parte da sua rotina. Processos de auditoria devem ser postos em prática, para garantir que os trabalhadores assumem a organização do local de trabalho como uma prioridade.

O método de aplicação do 5S está resumido no fluxograma ilustrado na figura 2.2.

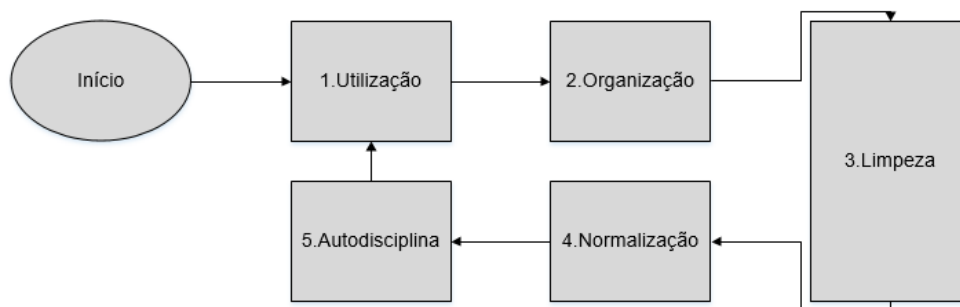


Figura 2.2 - Método de aplicação do 5S (Adaptado de PAC, 2013)

2.2. TRIZ

A necessidade crescente de aumentar a qualidade, diminuir custos e, paralelamente, se manterem competitivas, leva as organizações a terem como objetivo melhorias de processos, que resultam em ganhos de eficiência. No entanto, melhorias de tecnologia existente já não são suficientes, sendo necessário um aumento radical da eficiência da utilização de recursos (Flumerfelt et al., 2017). Para tal, as empresas direcionam-se para a inovação como um meio de sobrevivência, resultando em invenções que resolvem problemas de uma forma eficiente, eficaz e criativa (Savransky, 2000). Foi com este intuito que Genrich Altshuller, engenheiro e inventor soviético, desenvolveu a metodologia TRIZ.

TRIZ, acrônimo de *teoriya resheniya izobretatelskikh zadach*, equivale a Teoria de Resolução Inventiva de Problemas. Esta metodologia é caracterizada pela utilização de metodologias de maneira a gerar ideias criativas no processo de desenvolvimento de produtos e de resolução de problemas (de Carvalho & Back, 2001).

A TRIZ começou a ser desenvolvida por Genrich Saulovich Altshuller em 1946, através do estudo de mais de um milhão e meio de patentes de diferentes áreas, com o intuito da procura de alternativas aos métodos de soluções criativas então disponíveis. A análise de Altshuller às patentes e às soluções descritas na aplicação das mesmas revelou a existência de cinco níveis inventivos, levando a deduzir que o valor inventivo de diferentes invenções não é igual (Navas, 2013). Os cinco níveis inventivos estão representados na tabela 2.3.

Tabela 2.3 - Cinco níveis inventivos (Navas, 2013)

Nível	Descrição do nível	% das patentes
1	Soluções de rotina utilizando metodologias conhecidas na área.	30%
2	Pequenas correções em sistemas existentes, utilizando métodos conhecidos na área.	45%
3	Melhorias significativas que resolvem contradições em sistemas de um ramo específico da área.	20%
4	Soluções baseadas na aplicação de novos princípios científicos.	4%
5	Soluções inovadoras baseada em descobertas científicas inexploradas.	1%

O desenvolvimento de solução pode seguir diferentes procedimentos, consoante o seu nível inventivo (Flumerfelt et al., 2017):

- Melhoria convencional de sistemas existentes (nível 1 e 2);
- Novos procedimentos com princípios de operação existentes (nível 2 e 3);
- Criação de um novo sistema com novos princípios de operação (nível 4 e 5).

A TRIZ tem como objetivo principal auxiliar nos projetos de níveis 3 e 4, onde soluções gerais de engenharia não produzem os resultados desejados (Navas, 2013). Do ponto de vista de Altshuller, os projetos de nível 1 e nível 5 são ignorados uma vez que, respetivamente, não são inovadores e requerem elevado grau de conhecimento (Terninko et al., 1998).

A TRIZ introduziu uma metodologia que contorna a ideia de que os métodos mais significativos para a resolução de problemas técnicos seriam únicos para cada área de engenharia (Savransky, 2000). Esta metodologia, ilustrada na figura 2.3, generaliza problemas específicos de forma a identificar exemplos de soluções, que eventualmente se possam particularizar em soluções específicas para cada problema.

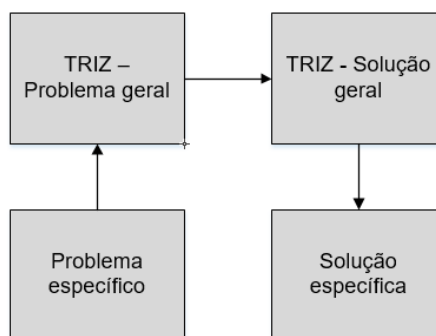


Figura 2.3 - Metodologia de implementação da TRIZ (Adaptado de Savransky, 2000)

2.2.1. Caraterísticas e Conceitos fundamentais da TRIZ

A TRIZ é uma metodologia sistemática de resolução inventiva de problemas, baseada no conhecimento e orientada para o ser-humano. Estas caraterísticas auxiliam-nos a definir a mesma (Savransky, 2000):

- **Metodologia baseada no conhecimento**, porque:
 - a) O conhecimento acerca das heurísticas para a resolução de problemas genéricos é extraído de um grande número de patentes internacionais, de diversos ramos da engenharia;
 - b) Utiliza conhecimento de efeitos nas ciências naturais e de engenharia;
 - c) Utiliza conhecimento do campo no qual o problema ocorre.
- **Orientada para o ser-humano**, porque as operações na implementação da TRIZ, como a divisão de uma metodologia em subsistemas e a distinção entre funções úteis e prejudiciais de uma técnica são subjetivas, uma vez que dependem do problema em si e das circunstâncias, não podendo ser realizadas por uma máquina. Para problemas que ocorrem frequentemente, o uso de computadores é justificado. No entanto, para problemas que ocorrem uma vez, o método mais eficiente de resolução é a colocação de ferramentas ao dispor do ser-humano, que lhe permitam lidar com os obstáculos.
- **Sistemática**, possuindo, na definição de TRIZ, dois significados:
 - a) Procedimentos para resolução de problemas são estruturados de forma sistemática, de maneira a proporcionar uma aplicação eficiente de soluções conhecidas a novos problemas;
 - b) Modelos genéricos e detalhados de sistemas e processos artificiais são abrangidos no âmbito da TRIZ, sendo o conhecimento sistemático dos mesmos considerado relevante.
- **Solução inventiva de problemas**, promovendo a criatividade na procura de soluções.

A TRIZ é uma metodologia caraterizada por quatro conceitos fundamentais: as contradições, os padrões de evolução, a idealidade e os recursos.

- **Contradições:** Contradições são requisitos conflitantes em relação a um mesmo sistema (de Carvalho & Back, 2001). Existem três tipos de contradições, as contradições técnicas, as contradições físicas e as contradições administrativas (Savransky, 2000):
 - a) **Contradições técnicas:** ocorrem quando a melhoria de um atributo de um sistema leva à deterioração de outro atributo (Fey & Rivin, 1997)
 - b) **Contradições físicas:** ocorrem quando um parâmetro deve ter, simultaneamente, dois valores diferentes (Srinivasan & Kraslawski, 2006);
 - c) **Contradições administrativas:** contradições entre as necessidades e as capacidades (Navas, 2014a).

- **Padrões de evolução:** Utilizando o TRIZ, é possível construir mapas que representam o ciclo de vida de produtos e sistemas, possibilitando a percepção do futuro com base no presente. Para tal, são aplicados os oito padrões de evolução (Slocum, 2014):
 1. **Aumento da idealidade:** qualquer sistema gera efeitos positivos e prejudiciais. O objetivo, para cada sistema, é maximizar o rácio de efeitos úteis para efeitos nocivos, aproximando-se da idealidade.
 2. **Etapas da evolução tecnológica:** representadas por uma curva S, as etapas da evolução tecnológica ilustram o desempenho de um sistema ao longo do tempo. As quatro etapas principais são:
 - 1) Conceção do sistema;
 - 2) Especialização do sistema de acordo com uma necessidade. Vastos problemas e contradições;
 - 3) Reconhecimento do valor do sistema por parte da sociedade. Investimentos são realizados para ultrapassar todos os problemas e contradições;
 - 4) Desenvolvimento e lucro do sistema estagna. Implementação de pequenas melhorias.
 3. **Desenvolvimento não-uniforme de elementos do sistema:** cada elemento do sistema apresenta a sua curva S, levando a evoluções incompatíveis entre os mesmos. Cada elemento atingirá o seu limite inerente em momentos diferentes, causando contradições.
 4. **Evolução rumo ao aumento do dinamismo e controlabilidade:** à medida que os sistemas se tornam mais flexíveis com o tempo, tornam-se também mais fáceis de monitorizar.
 5. **Aumento da complexidade leva a um aumento da simplicidade:** tendência para os sistemas adicionarem funções que, em primeiro plano, aumentam a sua complexidade, mas que a longo prazo se tornam mais simples e com as mesmas funcionalidades.
 6. **Evolução com elementos compatíveis e incompatíveis:** os elementos são compatíveis ou incompatíveis de maneira a melhorar o desempenho do sistema, ou para compensar efeitos indesejados. É a configuração dos elementos que, por vezes, pode acabar por estender o ciclo de vida de um sistema.
 7. **Evolução rumo ao nível micro e a acrescida utilização de campos:** sistemas de tecnologia tendem a transitar de sistemas macro para sistemas micro. A utilização de diferentes tipos de campos de energia permite obter um melhor desempenho e controlo durante esta transição.
 8. **Evolução rumo ao decréscimo de intervenção humana:** Transição para sistemas automáticos.

- **Idealidade:** A idealidade de um sistema é dada pela razão entre o número de funções desejadas e o número de funções indesejadas que o sistema executa (de Carvalho & Back, 2001). Alterações ao sistema que proporcionem uma combinação de um aumento de funções desejadas e um decréscimo de funções indesejadas possibilitam que o sistema se aproxime da idealidade. O objetivo final é a obtenção do Resultado Final Ideal (RFI), sendo este a melhor solução possível para um problema, atendendo às condições consideradas (Savransky, 2000).
- **Recursos:** os recursos ocupam um papel importante na solução de problemas que estão próximos do RFI. Recursos podem ser definidos como elementos do sistema que ainda não foram utilizadas para executar funções úteis no mesmo. Existem 8 tipos de recursos (Savransky, 2000):
 1. **Recursos naturais:** qualquer material ou campo que existe na natureza.
 2. **Recursos temporais:** intervalos de tempo antes do começo, após o final, e entre ciclos de um processo tecnológico, que se apresentem inutilizados.
 3. **Recursos espaciais:** posições e localizações que se encontrem inutilizadas.
 4. **Recursos de sistema:** novas propriedades técnicas úteis ou funções obtidas com conexões entre subsistemas.
 5. **Recursos de substância:** qualquer material que compõe ou produz a técnica ou o meio envolvente.
 6. **Recursos de campo:** qualquer fluxo de energia ou campo que exista ou seja produzido durante um processo e respetivo meio envolvente.
 7. **Recursos de informação:** qualquer sinal que exista ou seja produzido durante um processo;
 8. **Recursos funcionais:** A capacidade de um processo ou do seu meio envolvente em realizar funções secundárias e auxiliares.

2.2.2. Principais ferramentas analíticas da TRIZ

2.2.2.1. Matriz Idealidade

A Matriz Idealidade permite identificar interações entre requerimentos técnicos e distinguir os efeitos positivos e negativos das iterações. Baseado na Matriz Idealidade, o nível de idealidade pode ser calculado pela expressão 2.1 (Navas, 2013):

$$\text{Idealidade} = \frac{\text{Número de funções úteis}}{\text{Número de funções prejudiciais}} \quad (2.1)$$

As funções úteis referidas na expressão incluem (Flumerfelt et al., 2017):

- Funções principais: a finalidade da conceção do sistema;
- Funções secundárias: outros *outputs* úteis;
- Funções auxiliares: funções que servem de suporte às funções principais;

As funções prejudiciais incluem todos os fatores nocivos associados com o sistema, como os custos, área ocupada, emissão de ruído e gases e energia despendida.

A equação enuncia que de maneira a aumentar a idealidade de um sistema, se deve realizar esforços no sentido de aumentar o número de efeitos benéficos e/ou reduzir os efeitos prejudiciais. Alguns métodos para aumentar a idealidade de um sistema são (Savransky, 2000):

- Aumentar o numerador a uma velocidade superior à do denominador;
- Aumentar o numerador através da adição de funções úteis ou da melhoria do desempenho das funções úteis mais importantes;
- Remover funções prejudiciais desnecessárias, de maneira a reduzir o denominador;
- Combinar os subsistemas de várias funções num só sistema, de maneira a reduzir o denominador.

2.2.2.2. Princípios inventivos e Matriz de contradições

Altshuller, através do estudo de um vasto número de patentes, concluiu que, apesar das grandes diversidades tecnológicas existentes, existem apenas 1250 conflitos genéricos num qualquer sistema, que podem ser resolvidos através da aplicação de apenas 40 princípios, denominados princípios inventivos (Flumerfelt et al., 2017). Os 40 princípios estão representados na tabela 2.4.

Tabela 2.4 - 40 Princípios inventivos (Adaptado de Altshuller, 1999)

1	Segmentação	21	Corrida apressada
2	Extração	22	Conversão de nocivo para útil
3	Qualidade local	23	<i>Feedback</i>
4	Assimetria	24	Mediação
5	Consolidação	25	Autosserviço
6	Universalidade	26	Cópia
7	Nidificação	27	Descartar
8	Contrapeso	28	Substituição de sistema mecânico
9	Contra-ação prévia	29	Utilização de sistemas pneumáticos ou hidráulicos
10	Ação prévia	30	Filmes flexíveis de membranas finas
11	Amortecimento prévio	31	Materiais porosos
12	Equipotencialidade	32	Alteração de cor
13	Inversão	33	Homogeneidade
14	Esfericidade	34	Rejeição e regeneração de partes
15	Dinamismo	35	Transformação de propriedades
16	Ação parcial ou excessiva	36	Transição de fase
17	Transição para nova dimensão	37	Expansão térmica
18	Vibrações mecânicas	38	Oxidação acelerada
19	Ação periódica	39	Ambiente inerte
20	Continuidade de ação útil	40	Materiais compósitos

Existem dois métodos de aplicação dos princípios inventivos (de Carvalho & Back, 2001):

- **Utilização direta:** Análise simples de cada princípio e tentativa de aplicação com objetivo de melhoria do sistema.
- **Identificação de contradições:** Modelagem das contradições em termos de parâmetros de engenharia em conflito, e utilização da Matriz de Contradições para identificação dos princípios inventivos mais adequados a cada contradição. Os parâmetros de engenharia correspondem a grandezas genéricas, presentes em situações técnicas de diferentes ramos da engenharia, e estão representados na tabela 2.5.

Tabela 2.5 - 39 Parâmetros de engenharia (Adaptado de Altshuller, 1999)

1	Peso de um objeto móvel	21	Energia
2	Peso de um objeto estacionário	22	Desperdício de energia
3	Comprimento de um objeto móvel	23	Desperdício de substância
4	Comprimento de um objeto estacionário	24	Desperdício de informação
5	Área de um objeto móvel	25	Desperdício de tempo
6	Área de um objeto estacionário	26	Quantidade de substância
7	Volume de um objeto móvel	27	Fiabilidade
8	Volume de um objeto estacionário	28	Precisão de medição
9	Velocidade	29	Precisão de produção
10	Força	30	Fatores prejudiciais externos a atuar num objeto
11	Tensão/Pressão	31	Fatores prejudiciais desenvolvidos por um objeto
12	Forma	32	Manufaturabilidade
13	Estabilidade de compressão	33	Conveniência de uso
14	Resistência	34	Manutenibilidade
15	Tempo de ação de um objeto móvel	35	Adaptabilidade
16	Tempo de ação de um objeto estacionário	36	Complexidade de dispositivo
17	Temperatura	37	Complexidade de controlo
18	Luminosidade	38	Nível de automação
19	Energia despendida por um objeto móvel	39	Capacidade/Produtividade
20	Energia despendida por um objeto estacionário		

O fluxograma da figura 2.4 representa os dois métodos de aplicação dos PI.

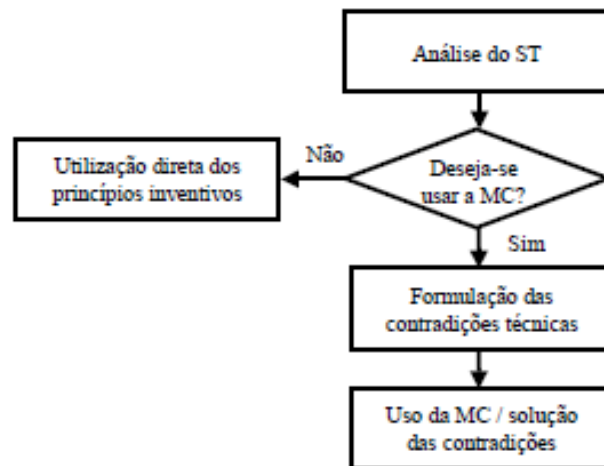


Figura 2.4 - Metodologia de aplicação dos princípios inventivos (de Carvalho & Back, 2001)

2.2.2.3. Análise Substância-Campo

Sendo uma das ferramentas utilizadas pela TRIZ, esta análise é utilizada na procura de soluções para problemas, através da construção de modelos funcionais. É utilizada, maioritariamente, na identificação de problemas num sistema e respetiva procura por soluções inovadoras (Flumerfelt et al., 2017). Reconhecida como uma das mais importantes contribuições da TRIZ, a análise substância-campo é capaz de modelar um sistema através de uma abordagem gráfica simples (Navas, 2013).

O processo da construção dos modelos funcionais é composto pelas seguintes fases (Navas, 2013):

- 1) Estudo da informação disponível;
- 2) Elaboração do diagrama substância-campo;
- 3) Identificação da situação problemática;
- 4) Escolha da solução genérica mais adequada;
- 5) Desenvolvimento da solução específica para o problema.

A análise substância-campo apresenta 76 soluções-padrão, divididas em cinco categorias (Terninko & Miller, 2007):

- **Categoria 1:** construir ou eliminar a substância campo – 13 soluções padrão;
- **Categoria 2:** desenvolver a substância campo – 23 soluções padrão;
- **Categoria 3:** Transitar de um sistema-base para um supersistema ou subsistema – 6 soluções padrão;
- **Categoria 4:** medir ou detetar algo num sistema técnico – 17 soluções padrão;
- **Categoria 5:** introduzir substâncias ou campos num sistema técnico – 17 soluções padrão.

Estas 76 soluções podem ser condensadas em 7 soluções gerais (Navas, 2013):

1. Solução geral 1

Aplicada quando o modelo da substância-campo se apresenta incompleto, faltando um campo. Esta situação é denominada “situação problemática 1 – modelo incompleto” e está representada na figura 2.5.

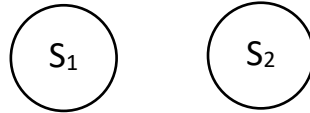


Figura 2.5 - Situação problemática 1 - Modelo incompleto

A solução está ilustrada na figura 2.6.

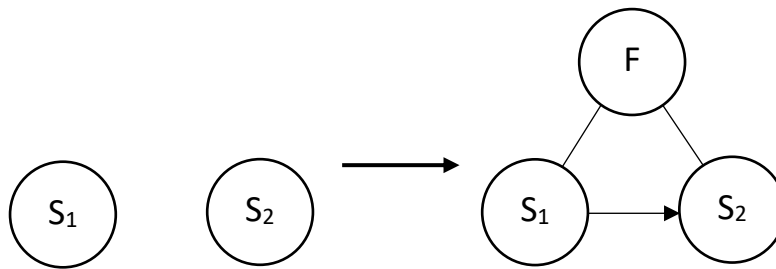


Figura 2.6 - Solução geral 1

2. Solução geral 2

Aplicada quando o modelo substância-campo se encontra completo, mas a interação entre as substâncias é prejudicial. Esta situação é denominada “situação problemática 2 – interação prejudicial entre substâncias” e encontra-se representada na figura 2.7.

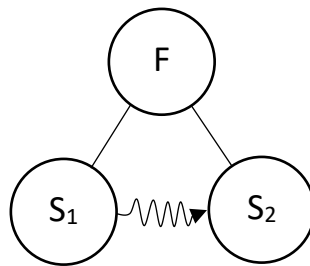


Figura 2.7 - Situação problemática 2 - Interação prejudicial entre substâncias

A solução-geral ao problema está demonstrada na figura 2.8.

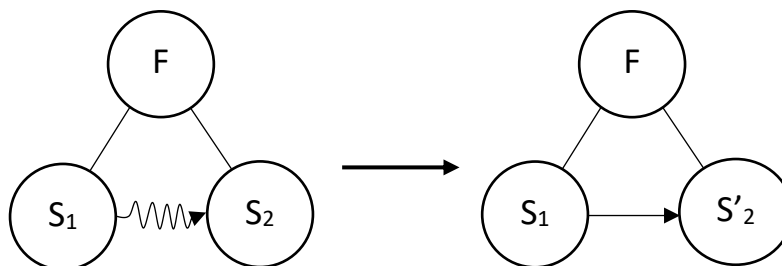


Figura 2.8 - Solução geral 2

3. Solução geral 3

Aplicada quando o modelo substância-campo se encontra completo, mas a substância 1 apresenta sensibilidade a um fator prejudicial. Esta situação problemática é igual à da solução geral 2, e está representada acima, pela figura 2.7. A solução-geral ao problema está ilustrada na figura 2.9.

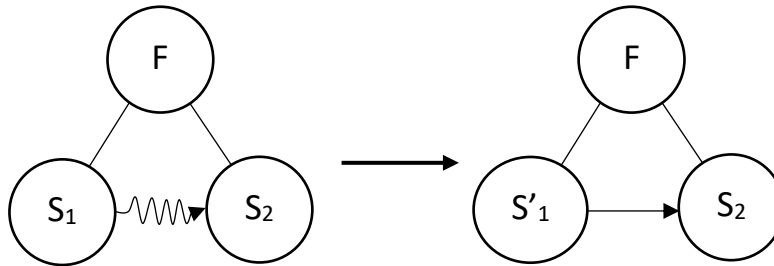


Figura 2.9 - Solução geral 3

4. Solução geral 4

Aplicada quando o modelo substância-campo se encontra completo, mas o campo necessita de ser modificado de maneira a reduzir ou remover um certo fator nocivo. A situação problemática é a mesma da solução geral 2 e 3, estando esta representada acima pela figura 2.7. A solução geral está demonstrada na figura 2.10.

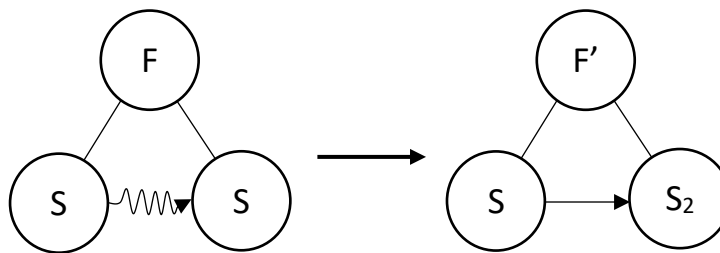


Figura 2.10 - Solução geral 4

5. Solução geral 5

Aplicada quando é necessário a introdução de um segundo campo que neutralize ou isole o impacto prejudicial em causa. Esta situação problemática é a mesma das soluções 2, 3 e 4 (ver figura 2.7). A solução geral 5 está ilustrada na figura 2.11.

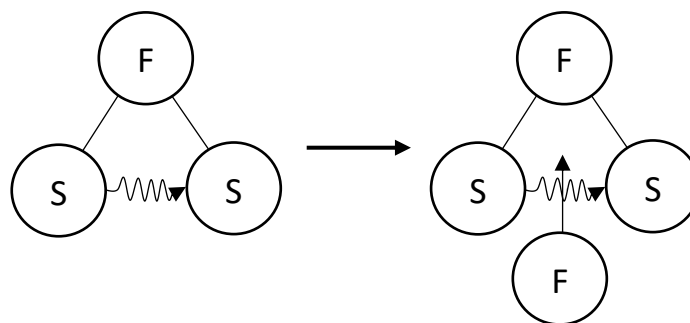


Figura 2.11 - Solução geral 5

6. Solução geral 6

Muito semelhante à solução geral 5, sendo esta aplicada quando é necessário a introdução de outro campo de maneira a aumentar o efeito positivo e reduzir o efeito negativo do sistema existente, sem alterar os elementos do mesmo. Esta situação problemática é a mesma dos das soluções acima descritas (ver figura 2.7). A solução geral 6 está representada na figura 2.12.

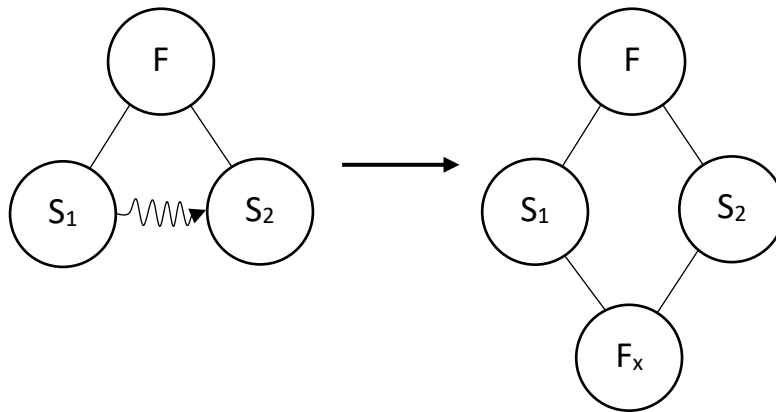


Figura 2.12 - Solução geral 6

7. Solução geral 7

Aplicada quando existe a necessidade de expandir o modelo existente para uma cadeia, introduzindo uma nova substância. Esta situação problemática é a mesma dos das soluções acima descritas (ver figura 2.7). A solução geral 7 está exemplificada na figura 2.13.

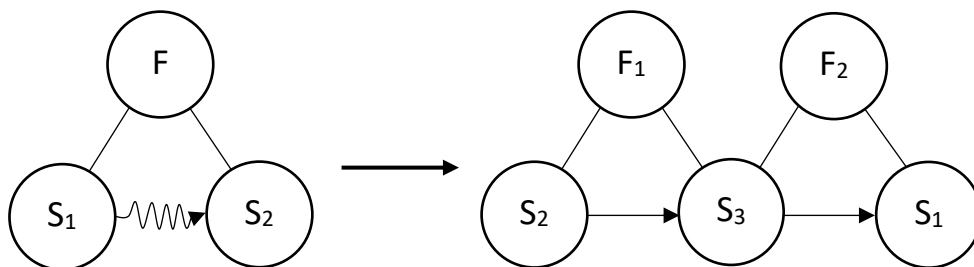


Figura 2.13 - Solução geral 7

Para além das situações problemáticas 1 (modelo incompleto) e 2 (interação prejudicial entre substâncias), pode ocorrer a situação problemática 3 (impacto insuficiente ou ineficiente. Esta situação está exemplificada na figura 2.14.

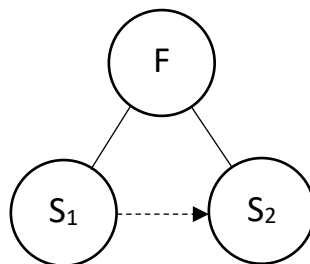


Figura 2.14 - Situação problemática 3 - Impacto insuficiente ou ineficiente

As soluções gerais aplicadas à situação problemática 2 podem também ser aplicadas à situação problemática 3.

3. Caracterização da empresa

Neste capítulo será realizada a introdução à empresa na qual foi desenvolvido o estudo e caracterizada a linha de enchimento na qual foram implementadas as melhorias, sendo esta uma linha de enchimento de lata, denominada linha 94. A caracterização da linha de enchimento incluiu uma análise inicial de parâmetros da linha, complementada por um diagrama de Pareto, que irá ser considerado nas propostas de melhoria.

3.1. Font Salem

A Font Salem é uma empresa pertencente ao Grupo Damm, um dos maiores produtores de cerveja e refrigerantes em Espanha. É uma empresa que se especializa em distribuição e *copacking*, sendo uma empresa de referência nos setores, contando com a colaboração de mais de 400 trabalhadores. Apresenta, atualmente, uma produção anual de mais de 450 milhões de litros de produto final.

Conta com três fábricas, localizadas estrategicamente de maneira a responder eficazmente à procura nacional e internacional. As três fábricas são:

- El Puig, localizada na cidade de El Puig de Santa Maria, Espanha, onde é produzida unicamente cerveja;
- Salem, localizada na cidade de Salem, Espanha, onde são produzidos refrigerantes com e sem gás.
- Santarém, localizada na cidade de Santarém, Portugal, onde são produzidos cerveja e refrigerantes com e sem gás. Foi nesta fábrica que foi realizada a dissertação.

A localização das fábricas está apresentada na figura 3.1.



Figura 3.1 - Localização das fábricas da Font Salem

3.1.1. Missão, valores e visão

A Font Salem apresenta uma atenção contínua para a busca e manutenção dos mais elevados *standards* de qualidade, proporcionando ao cliente a máxima fiabilidade e garantia de sucesso e de produto e serviço no prazo estabelecido, a um preço competitivo e com qualidade certificada.

Alguns dos princípios de qualidade, segurança ambiental e ambiente que a Font Salem Portugal cumpre são:

- Atenção ao cliente, assegurando que a assistência técnica e atenção às possíveis reclamações fazem parte dos serviços prestados pela empresa;
- Qualidade total, devendo os esforços pela mesma ser partilhados por todos os colaboradores da organização;
- Melhoria contínua, estabelecendo objetivos quantificáveis, proporcionando os meios necessários para atingir os mesmos e seguir os resultados;
- Segurança alimentar, proporcionando produtos que cumpram as expectativas de segurança e confiança que os clientes e consumidores esperam da empresa. A obtenção da certificação IFS (*Internacional Food Standard*) demonstra o compromisso da Font Salem com a segurança alimentar;
- Compromisso com a legislação, comprometendo-se a cumprir a mesma e ir mais além relativamente a temas de meio ambiente e segurança alimentar.

3.1.2. Caraterização da fábrica de Santarém

A fábrica de Santarém iniciou a sua atividade em 2001, tendo sido fundada por Sousa Cintra e começando por produzir a cerveja do mesmo nome. Em 2006, devido a graves problemas financeiros, foi vendida a Jorge Armindo, presidente da Amorim Turismo, tendo este avançado com um pedido de insolvência em 2009, de maneira a garantir a recuperação do valor investido inicialmente. Em dezembro de 2009 foi comprada pelo grupo Damm.

Com uma capacidade de 500 mil hectolitros de cerveja, o primeiro objetivo seria a sua ampliação para 2,5 milhões em 3 anos, aumentando a capacidade de resposta da fábrica aos clientes e ao mercado.

Atualmente, a fábrica apresenta 6 linhas de enchimento:

- Linha 91, linha de enchimento de barril e tanqueta;
- Linha 92, linha de enchimento de garrafa de vidro;
- Linha 93, linha de enchimento de lata;
- Linha 94, linha de enchimento de lata;
- Linha 95, linha de enchimento de garrafas PET;
- Linha 96, linha de enchimento de garrafas PET;

3.1.2.1. Principais produtos

Os produtos da fábrica de Santarém consistem em cerveja e refrigerantes, tendo como produto final barris, garrafas de vidro, latas e garrafas PET. Algumas das marcas produzidas pela empresa estão representados na figura 3.2.



Figura 3.2 – Exemplos de marcas produzidos na fábrica de Santarém.

3.1.3. Linha de enchimento 94

A linha de enchimento 94 é uma linha de enchimento de latas de 33cl e 37,5cl, tendo uma capacidade de enchimento de 60000 latas por hora. O *layout* da linha está ilustrado na figura 3.3.

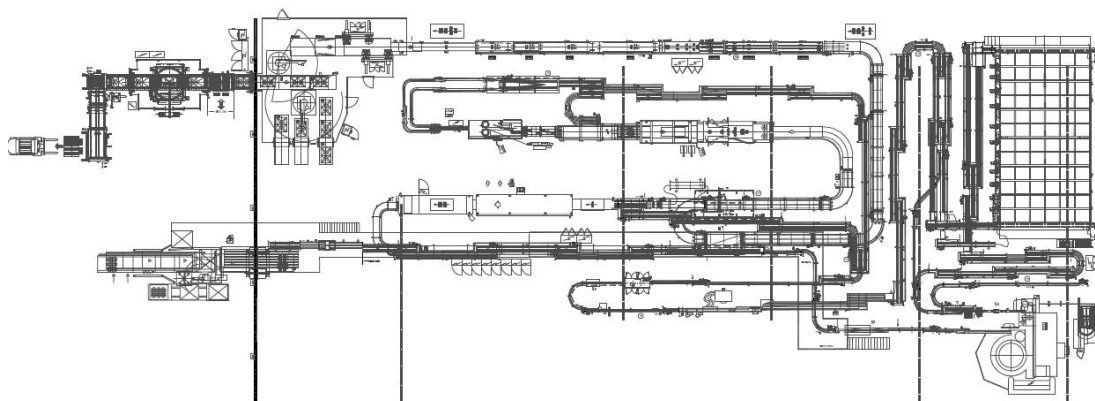


Figura 3.3 - *Layout* da linha de enchimento 94.

A linha é composta por 9 máquinas principais, estando a distribuição das mesmas pela linha representada na figura 3.4.

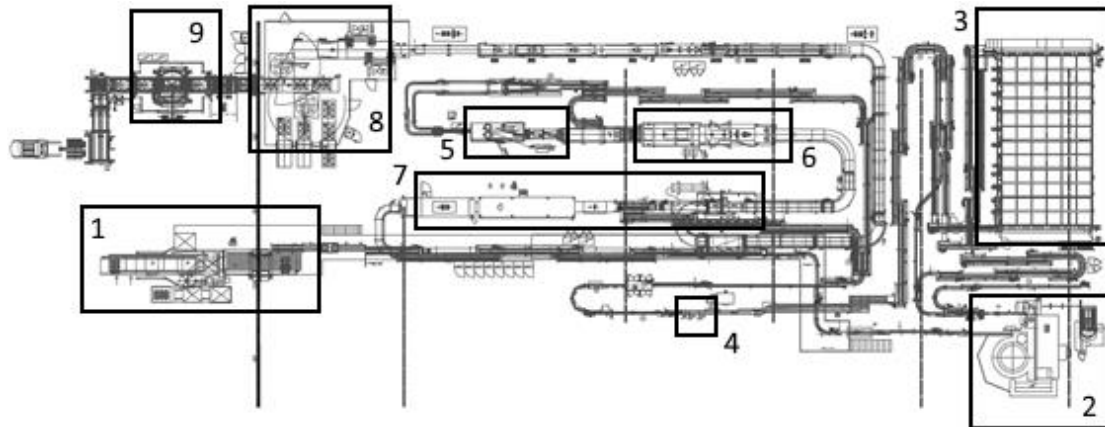


Figura 3.4 - Dispersão dos equipamentos pela linha de enchimento 94.

A presença de 2 tipos de embaladoras (Hi-Cone e OCME VEGA) e de uma empacotadora (OCME TH) permite que a linha seja extremamente versátil, permitindo a produção de 10 formatos diferentes de produto final. As máquinas que compõem esta linha são:

1. Despaletizadora: coloca na linha as latas vazias, que lhe são fornecidas em paletes de 23 fiadas (ver figura 3.5).



Figura 3.5 – Despaletizadora

2. Enchedora, cravadora e inspetor de nível 1: enche as latas de cerveja/refrigerante, que são então fechadas na cravadora e inspecionadas no inspetor de nível 1. Os equipamentos estão representados na figura 3.6.

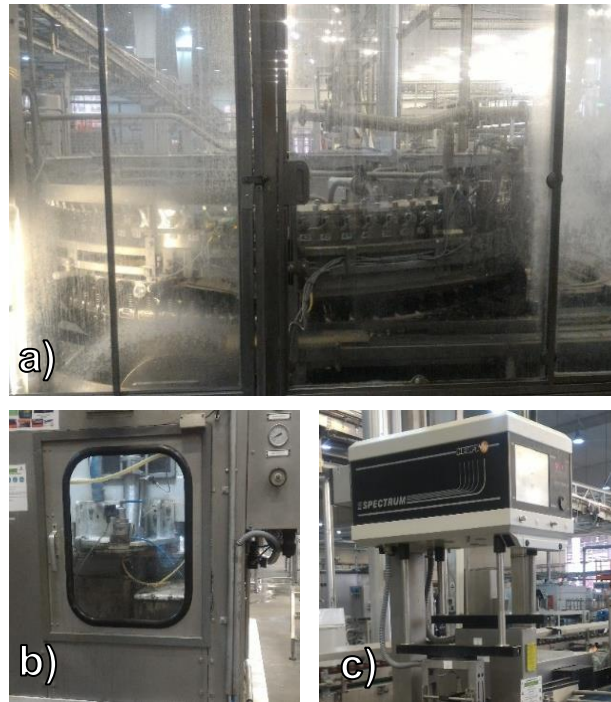


Figura 3.6 - Enchedora, cravadora e inspetor de nível 1

- a) Enchedora
- b) Cravadora
- c) Inspetor de nível 1

3. Pasteurizador: aquece o produto a 70°C de maneira a eliminar micro-organismos. Aumenta o tempo de vida do produto e assegura que o mesmo é seguro para consumo. Está representado na figura 3.7.



Figura 3.7 - Pasteurizador

4. Datadoras e inspetor de nível 2: marca as latas com data de validade e lote. Após datação, as latas seguem para o inspetor de nível 2. As 2 máquinas estão representadas na figura 3.8.



Figura 3.8 - Datadoras e inspetor de nível 2

- a) Datadoras
- b) Inspetor de nível 2

5. Embaladora Hi-Cone: embala as latas com filme Hi-Cone. A embaladora está apresentada na figura 3.9.



Figura 3.9 - Embaladora Hi-Cone

6. Embaladora OCME VEGA: embala as latas com filme retrátil. O equipamento está exibido na figura 3.10.

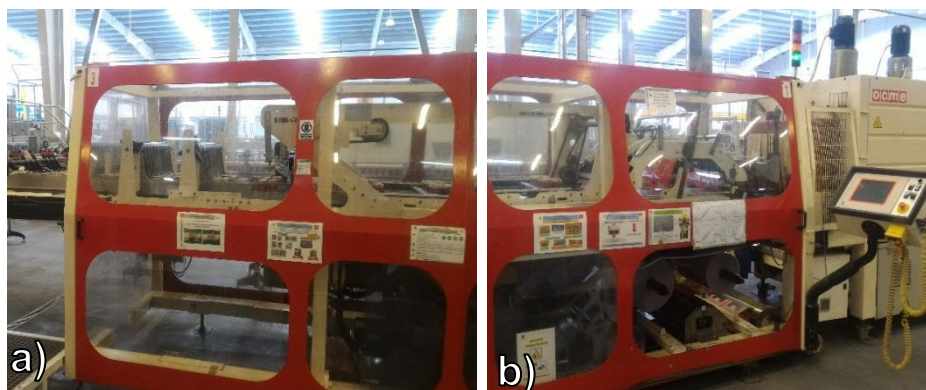


Figura 3.10 - Embaladora OCME VEJA

- a) Vista da esquerda
- b) Vista da direita

7. Empacotadora OCME TH: empacota os *packs* ou latas soltas com cartão e filme retrátil. A empacotadora está exposta na figura 3.11.



Figura 3.11 - Empacotadora OCME TH

- a) Vista da esquerda
b) Vista da direita

8. Paletizadora: paletiza os *packs* embalados/empacotas em meia-paleta e paleta inteira. A paletizadora está representada na figura 3.12.

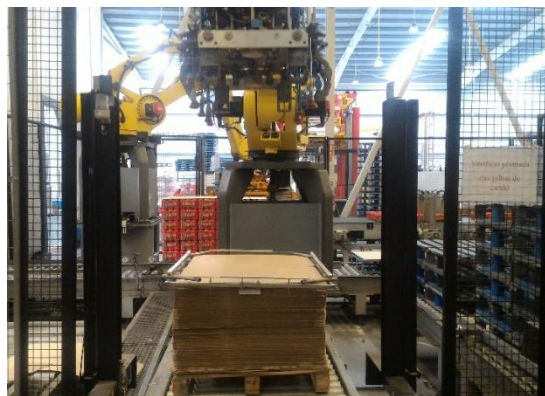


Figura 3.12 - Paletizadora

9. Envolvedora e etiquetadora de paletes: envolve as paletes com filme retrátil transparente, sendo estas, de seguida, etiquetadas, através da etiquetadora de paletes. Ambos os equipamentos estão expostos na figura 3.13.



Figura 3.13 - Envolvedora e etiquetadora de paletes

- a) Envolvedora
b) Etiquetadora de paletes

Os tipos de produto final estão representados na figura 3.14.

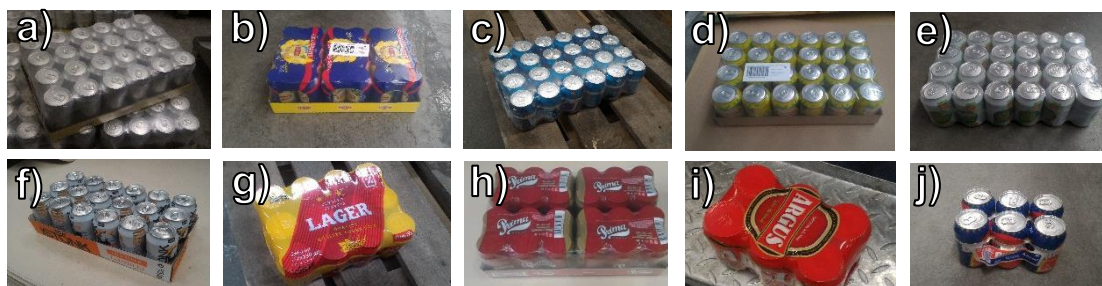


Figura 3.14 - Formatos de produto final da linha de enchimento 94.

- a) Lata de 37,5cl – Pack 24 de lata solta
- b) Lata de 37,5cl – Pack 24 (Pack 8 x3)
- c) Lata de 33cl – Pack 24 (Pack 6 Hi-Cone x4)
- d) Lata de 33cl – Pack 24 de lata solta com cartão
- e) Lata de 33cl – Pack 24 de lata solta
- f) Lata de 33cl – Pack 18 com cartão
- g) Lata de 33cl – Pack 12
- h) Lata de 33cl – Pack 24 (Pack 6 x4) com cartão
- i) Lata de 33cl – Pack 6
- j) Lata de 33cl – Pack 6 Hi-Cone

3.1.3.1. Processo de enchimento

O processo de enchimento de latas é composto por 3 grupos de trabalhadores distintos: 4 operadores, que operam a linha e o equipamento da mesma; o xaropeiro, que em caso de enchimento de refrigerante, produz o xarope e opera a *mixer*; o operador do fabrico, que produz a cerveja e é responsável pelo envio da mesma para a enchedora da linha.

O processo de enchimento inicia-se com a produção de cerveja ou refrigerante, dependendo do plano de produção semanal. Paralelamente à produção de cerveja/refrigerante e respetivo envio para a enchedora da linha, é realizada a colocação de latas vazias na despaletizadora e envio das mesmas para a enchedora. A junção dos dois elementos na enchedora marca o início do enchimento das latas.

Uma vez cheias, as latas passam por uma cravadora, que coloca a tampa nas mesmas. Imediatamente após a cravadora encontra-se um inspetor de nível, denominado inspetor 1, que, através de raios x, avalia o conteúdo efetivo da lata, a pressão da lata e a qualidade de cravação, rejeitando as latas que não apresentarem valores mínimos definidos para os 3 critérios. As latas rejeitadas são armazenadas em caldeirões e seguem para tratamento residual. Após o inspetor de nível, as latas seguem para um pasteurizador, que elimina os micro-organismos presentes, tornando o produto seguro para consumo.

De seguida, as latas passam por duas datadoras, responsáveis pela marcação da data de validade. A existência de duas assegura a datação, em caso de avaria de uma. As latas passam por um 2º inspetor de nível, denominado inspetor 2, onde é novamente avaliado o conteúdo efetivo e pressão.

Segue-se a zona das embaladoras e empacotadora, constituída pelas embaladoras Hi-Cone e OCME VEGA e pela empacotadora OCME TH. O percurso que as latas percorrem nesta zona depende do formato de produto final a produzir, podendo não percorrer as 3 máquinas.

Após embalado e/ou empacotado, o produto segue para a paletizadora e envolvedora, onde é paletizado em palete inteira ou meia palete, e envolvido em filme transparente. É, então, recolhido pelo empilhador e armazenado na área de logística, para expedição.

O processo está representado graficamente na figura 3.15.

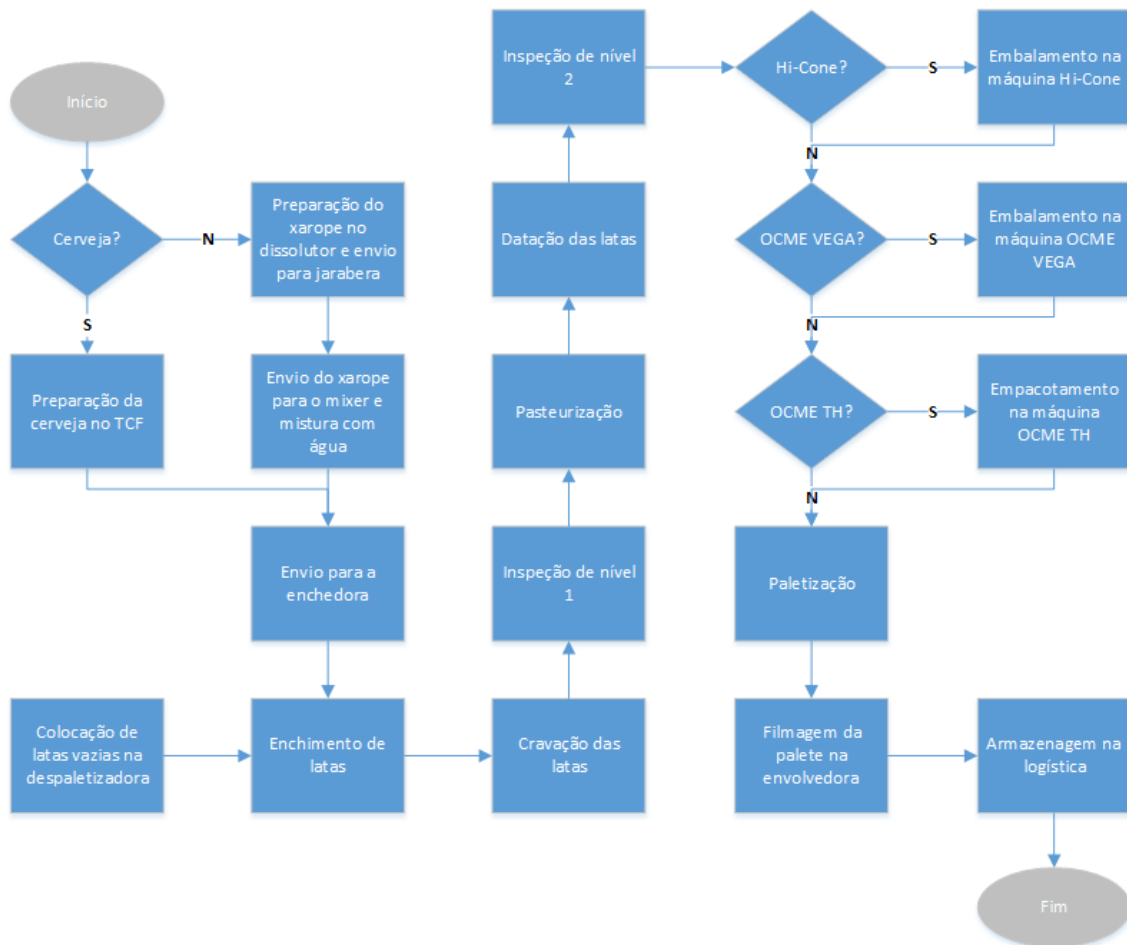


Figura 3.15 - Fluxograma do processo de enchimento da linha de enchimento 94

3.1.4. Análise da situação inicial

Antes de qualquer proposta de melhorias, foi imperativo realizar uma análise da situação inicial em relação às paragens da linha, utilizando os registos por turno preenchidos pelo operador da enchedora. A folha de registos é apresentada na figura 3.16.

Figura 3.16 – Exemplo de folha de registo de paragens

Com base nos dados recolhidos, organizados na tabela 3.1, foi elaborado um diagrama de Pareto, que permite uma fácil visualização dos problemas mais importantes da linha de enchimento, levando a uma priorização dos mais relevantes.

Tabela 3.1 - Dados auxiliares para elaboração de Diagrama de Pareto

Tipo de paragem	Tempo paragens (min)	Tempo acumulado (min)	% do total	% Acumulado
Tarefas Organizacionais	12241	12241	24,20%	24,20%
Trocas	11159	23400	22,06%	46,27%
Outros	7969	31369	15,76%	62,03%
Paletizadora	3163	34532	6,25%	68,28%
Enchedora	2860	37392	5,66%	73,94%
VEGA	2689	40081	5,32%	79,25%
Despaletizadora	2506	42587	4,96%	84,21%
Cravadora	2322	44909	4,59%	88,80%
TH	1997	46906	3,95%	92,75%
Pasteurizador	1994	48900	3,94%	96,69%
CSW	1035	49935	2,05%	98,74%
Envolvedora	327	50262	0,65%	99,38%
Hi-Cone	312	50574	0,62%	100,00%

O diagrama de Pareto está representado na figura 3.17.

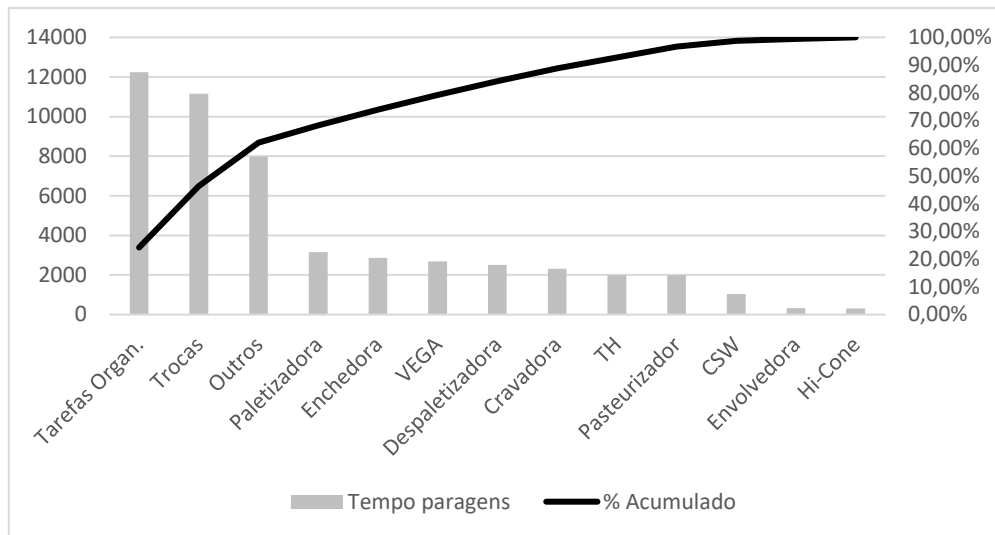


Figura 3.17 - Diagrama de Pareto das paragens da linha de enchimento 94

Observando o diagrama de Pareto, é possível constatar que este não segue a regra denominada 80/20, onde 20% dos tipos de paragem originam 80% do tempo total de paragem. Neste caso, 20% dos tipos de paragem originam apenas entre 46,27% e 62,03%. De outro ponto de vista, 80% do tempo total de paragem da linha é causado por 46,15% dos tipos de paragem.

Observa-se que não existe uma concentração do tempo total de paragem num número pequeno de tipos de paragem, sendo, portanto, necessário definir um ponto que balance os dois parâmetros. Definiu-se, então, como prioridade, os causas de paragens seguintes: tarefas organizacionais, que correspondem a paragens devido a departamentos externos ao enchimento, como logística, qualidade, xaroparia e fabrico, e tarefas relativas à organização e gestão da linha; trocas de produto/formato; outras paragens, que representam as paragens da linha devido a máquinas não especificadas. Estes três tipos de paragens constituem 23% de todas as causas de paragem, e originam 62% do tempo total de paragem da linha. Devido à natureza do tipo de paragem, o tópico das tarefas organizacionais foi abordado com limitações, estando restrito à temática da organização e gestão da linha de enchimento.

4. Propostas de melhoria

O presente capítulo incidirá no desenvolvimento de propostas de melhoria identificadas ao longo do processo de enchimento da linha 94. O desenvolvimento de melhorias foi auxiliado pela implementação, em simultâneo, de ferramentas do *Lean* e da TRIZ, tendo como objetivo a redução das paragens dos equipamentos que constituem a linha, tal como um aumento da eficiência, organização e melhoria na gestão da mesma.

4.1. Definição de pontos críticos para melhoria

De forma a complementar a informação obtida através do diagrama de Pareto (ver figura 3.17), definiram-se os parâmetros críticos da linha de enchimento. Estes parâmetros a considerar foram determinados através de sessões de *brainstorming* com um grupo heterogéneo, incluindo o chefe de enchimento, o chefe de engenharia, estagiários de engenharia e operadores da linha.

Os parâmetros determinados através dessas sessões foram os seguintes:

- Produtividade;
- *Setups*;
- Adaptabilidade/Versatilidade;
- Fiabilidade;
- Automação;
- Disponibilidade de equipamentos;
- Manutenção;
- Custos gerais.

Identificados os parâmetros cruciais foi possível desenvolver a Matriz Idealidade, que permitiu a identificação de interações entre requerimentos e distinguir efeitos positivos e negativos. A Matriz Idealidade está representada na tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Matriz Idealidade

	Parâmetros	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Produtividade							-	-
2	<i>Setups</i>	-				-	-	-	-
3	Versatilidade		+			-		-	-
4	Fiabilidade	+					+	+	-
5	Automação	+			+		+	-	+
6	Disponibilidade	+			+			+	-
7	Manutenção	+			+		+		-
8	Custos		-	-	-	-	-	-	

De modo a especificar cada interação presente na Matriz Idealidade, foi essencial abordar cada parâmetro individualmente:

1. Produtividade

Como principal objetivo de uma linha de enchimento, a produtividade acaba por ser um parâmetro que não exerce influência sobre os restantes, sendo, no entanto, influenciado por todos os outros. A exceção à regra são os “Custos” e a “Manutenção”, já que um aumento da produtividade implicará um aumento dos custos de matéria prima e de consumíveis e um acréscimo da necessidade de manutenção dos equipamentos, correspondendo, portanto, a duas interações negativas. Exemplificando as restantes interações, se a produtividade da linha aumentar, nem a versatilidade da mesma ou a fiabilidade das máquinas que a compõem sofrerá alterações.

2. Setups

Sendo a linha de enchimento a estudar uma linha com uma grande quantidade de formatos passíveis de serem produzidos, e considerando que as trocas entre os mesmos ocorrem com uma grande frequência, a análise dos *setups* acaba por ser essencial. O aumento do tempo despendido em trocas resulta num decréscimo da produtividade da linha e da disponibilidade dos equipamentos, já que cada troca corresponde a um período de não-produção. Para além dessa interação, a existência de uma grande quantidade de formatos leva a uma maior dificuldade em automatizar a linha e a uma necessidade constante de manutenção dos equipamentos, já que as trocas exigem mudanças e ajustes mecânicos nos mesmos. Para finalizar, de um aumento do número de *setups* resulta uma interação negativa nos custos, devido aos gastos de implementação dos elementos necessários para os novos formatos nas máquinas.

3. Versatilidade

A versatilidade ou adaptabilidade da linha e dos equipamentos é essencial devido à existência de uma grande variedade de formatos a produzir. Este parâmetro apresenta uma interação positiva com os “*Setups*”, já que uma maior versatilidade dos equipamentos tem um impacto positivo nos tempos de troca e nos formatos que a linha consegue produzir. Por outro lado, apresenta uma interação negativa com a “Automação” e “Manutenção”, visto que, no geral, uma maior adaptabilidade implica uma maior complexidade dos equipamentos, e uma interação negativa com os “Custos”, uma vez que a implementação de metodologias que permitam a maior versatilidade dos equipamentos acarreta gastos adicionais.

4. Fiabilidade

A fiabilidade dos equipamentos reflete-se positivamente na produtividade, uma vez que a fiabilidade de um equipamento corresponde à probabilidade de este cumprir a sua função em condições de utilização, tendo o seu acréscimo um impacto positivo na produtividade da linha. Seguindo o mesmo raciocínio, um aumento da fiabilidade dos aparelhos leva uma maior disponibilidade dos mesmos e a um decréscimo na necessidade de manutenção. Para finalizar,

a relação entre “Fiabilidade” e “Custos” acaba por ser prejudicial, uma vez que uma maior fiabilidade dos equipamentos resulta em maiores gastos de matéria-prima, consumíveis, e custos de implementação para aumentar a mesma.

5. Automação

A automação corresponde à utilização de sistemas de controlo para equipamentos industriais com a mínima ou nenhuma intervenção humana (Rifkin, 1995). É um parâmetro que, em relação aos restantes parâmetros identificados, apresenta quase exclusivamente interações positivas, já que um aumento da automação dos equipamentos resulta num aumento da produtividade, fiabilidade e disponibilidade dos mesmos, devido à existência mínima ou mesmo inexistência do erro humano. A única exceção é a “Manutenção”, devido ao maior número de componentes mecânicos inerente a um aumento da automatização dos equipamentos. Da automação resulta ainda uma redução geral de custos, apesar dos custos de implementação envolvidos.

6. Disponibilidade

A disponibilidade dos equipamentos provoca uma interação positiva com a fiabilidade dos mesmos, com a produtividade da linha e com a manutenção da mesma, uma vez que, quanto maior a disponibilidade de uma máquina, maior a probabilidade de esta cumprir a sua função e, tendo em conta que a disponibilidade é definida pela percentagem de tempo em que o equipamento está disponível para exercer a sua função, maior a rentabilidade e a produção da linha. No entanto, este parâmetro apresenta uma interação negativa com o parâmetro “Custos”, dado que um aumento da disponibilidade acarreta gastos de matéria-prima, consumíveis e custos de implementação.

7. Manutenção

É imperativo ter a manutenção da linha como um dos parâmetros a considerar. Uma manutenção preventiva ou corretiva corretamente aplicada tem resultados positivos tanto na produtividade da linha, como na fiabilidade e disponibilidade dos equipamentos nela presentes. A única interação negativa relativamente a este parâmetro são os custos, uma vez que a implementação de planos de manutenção acarreta gastos adicionais.

8. Custos

O parâmetro “Custos” apresenta interações negativas com a maioria dos parâmetros considerados, sendo a produtividade a exceção, sobre a qual não tem qualquer influência. Em relação às restantes interações, caso se pretenda manter os custos atuais, será impossível atuar nos “Setups”, “Fiabilidade”, “Disponibilidade”, “Manutenção”, “Versatilidade” e “Automação”, tendo, portanto, uma relação negativa.

Identificadas as interações na matriz idealidade, foi possível calcular o nível de idealidade do sistema, através da expressão 4.1.

$$\text{Idealidade} = \frac{\text{Nº interações benéficas}}{\text{Nº interações prejudiciais}} = \frac{14}{20} = 0,7 \quad (4.1)$$

O valor da idealidade da linha é inferior a 1 dado que o número de interações prejudiciais é superior ao de interações benéficas. Através de uma análise à Matriz Idealidade, é perceptível que o baixo valor da idealidade resulta principalmente das interações de dois parâmetros, “*Setups*” e “*Custos*”. Havendo um investimento na melhoria dos tempos de setup e dos *setups* em si, o valor da idealidade seria, por sua vez, dado pela expressão 4.2.

$$\text{Idealidade} = \frac{\text{Nº interações benéficas}}{\text{Nº interações prejudiciais}} = \frac{18}{16} = 1,125 \quad (4.2)$$

A Matriz Idealidade, para além de ajudar a identificar as interações entre parâmetros, leva também à identificação e solução de contradições, com o objetivo final de aumentar o valor da idealidade do sistema. Para tal, foi utilizada a Matriz de Contradições, sendo, para esse fim, necessário efetuar a relação entre os parâmetros selecionados e os 39 parâmetros técnicos presentes na matriz:

- **Produtividade** → **39. Produtividade**: maximização da produção real em relação à produção teórica.
- **Setups** → **25. Desperdício de tempo**: melhoria dos tempos de trocas de formato.
- **Versatilidade** → **35. Adaptabilidade**: devido à existência de muitos formatos e à alta frequência de trocas entre eles, é imperativo que os equipamentos sejam facilmente adaptáveis.
- **Fiabilidade** → **27. Fiabilidade**: probabilidade de dispositivo cumprir função requerida em condições de utilização e por período de tempo pré-determinado.
- **Automação** → **38. Nível de automação**: minimizar a dependência do ser-humano na linha de enchimento.
- **Disponibilidade** → **15. Duração da ação do objeto em movimento**: disponibilidade é a percentagem de tempo em que um equipamento está disponível para exercer a sua função, enquanto que o parâmetro técnico correspondente, duração da ação do objeto em movimento, é definido como o intervalo de tempo em que o equipamento pode executar a sua função.
- **Manutenção** → **34. Manutenibilidade**: reparação de avarias de equipamentos.
- **Custos** → **32. Manufaturabilidade**: assegurar que, em termos de custos, o funcionamento da linha é rentável.

Completada a relação entre os parâmetros selecionados e os 39 parâmetros técnicos, foi construída a Matriz de Contradições baseada na Matriz Idealidade. A Matriz de Contradições está representada na tabela 4.2

Tabela 4.2 - Matriz de Contradições

	15	25	27	32	34	35	38	39
15. Duração da ação do objeto em movimento				27,1,4				
25. Desperdício de tempo	20,10,28,18			35,28,34,4	32,1,10		24,28,35,30	-
27. Fiabilidade				-				
32. Manufaturabilidade	27,1,4	35,28,34,4	-		35,1,25,11,19	2,13,15	8,28,1	
34. Manutenibilidade				1,35,11,10				
35. Adaptabilidade					1,16,7,4		27,34,35	35,28,6,37
38. Nível de automação					1,35,13			
39. Produtividade				35,28,2,24	1,32,10,25			

Identificados os parâmetros em conflito, a Matriz de Contradições forneceu os princípios inventivos que podem servir como solução para a resolução dessas interações negativas. No entanto, nem todos os princípios inventivos são aplicáveis em certas situações, sendo, portanto, necessário avaliá-los um a um.

Princípios inventivos:

15. Duração da ação do objeto em movimento → 32. Manufaturabilidade:

- 27. Objeto económico com vida curta;
- 1. Segmentação;
- 4. Assimetria.

25. Desperdício de tempo → 15. Duração da ação do objeto em movimento:

- 20. Continuidade de uma ação útil;
- 10. Ação prévia;
- 28. Substituição de sistema mecânico;
- 18. Vibrações mecânicas.

25. Desperdício de tempo → 32. Manufaturabilidade:

- 35. Transformação do estado físico ou químico;
- 28. Substituição de sistema mecânico;
- 34. Rejeição e recuperação de componentes;
- 4. Assimetria.

25. Desperdício de tempo → 34. Manutenibilidade:

- 32. Mudança de cor;
- 1. Segmentação;
- 10. Ação prévia.

25. Desperdício de tempo → 38. Nível de automação:

- 24. Cópia;
- 28. Substituição de sistema mecânico;
- 35. Transformação do estado físico ou químico;
- 30. Membranas flexíveis ou películas finas.

32. Manufaturabilidade → 15. Duração da ação do objeto em movimento:

- 27. Objeto económico com vida curta;
- 1. Segmentação;
- 4. Assimetria.

32. Manufaturabilidade → 25. Desperdício de tempo:

- 35. Transformação do estado físico ou químico;
- 28. Substituição de sistema mecânico;
- 34. Rejeição e recuperação de componentes;
- 4. Assimetria.

32. Manufaturabilidade → 34. Manutenibilidade:

- 35. Transformação do estado físico ou químico;
- 1. Segmentação;
- 25. Autosserviço;
- 11. Amortecimento prévio;
- 19. Ação periódica.

32. Manufaturabilidade → 35. Adaptabilidade:

- 2. Extração;
- 13. Inversão;
- 15. Dinamismo.

32. Manufaturabilidade → 38. Nível de automação:

- 8. Contrapeso;
- 28. Substituição de sistema mecânico;
- 1. Segmentação.

34. Manutenibilidade → 32. Manufaturabilidade:

- 1. Segmentação;
- 35. Transformação do estado físico ou químico;
- 11. Amortecimento prévio;
- 10. Ação prévia.

35. Adaptabilidade → 34. Manutenibilidade:

- 1. Segmentação;
- 16. Ação parcial ou excessiva;
- 7. Nidificação;
- 4. Assimetria.

35. Adaptabilidade → 38. Nível de automação:

- 27. Objeto económico com vida curta;
- 34. Rejeição e recuperação de componentes;
- 35. Transformação do estado físico ou químico.

35. Adaptabilidade → 39. Produtividade:

- 35. Transformação do estado físico ou químico;
- 28. Substituição do sistema mecânico;
- 6. Contrapeso;
- 37. Objeto económico com vida curta.

38. Nível de automação → 34. Manutenibilidade:

- 1. Segmentação;
- 35. Transformação do sistema físico ou químico;
- 13. Inversão.

39. Produtividade → 32. Manufaturabilidade:

- 35. Transformação do sistema físico ou químico;
- 28. Substituição do sistema mecânico;
- 2. Extração;
- 24. Medição.

39. Produtividade → 34. Manutenibilidade:

- 1. Segmentação;
- 32. Mudança de cor;
- 10. Ação prévia;
- 25. Autosserviço.

Devido à grande quantidade de conflitos e, conseqüentemente, de princípios inventivos a analisar, o estudo foi concentrado no parâmetro de engenharia que apresenta um maior número de contradições na Matriz Idealidade, “Desperdício de tempo”. O parâmetro “Custos” também foi identificado como primordial para um aumento do nível da idealidade do sistema, no entanto, devido a limitações por parte da empresa em termos de dados disponíveis, não será considerado na aplicação das metodologias seguintes.

4.2. Redução do desperdício de tempo

Como os princípios inventivos listados não são específicos para o problema em análise, foi necessário selecionar os mais indicados e os que melhor se adaptam ao estudo. Para tal, foi necessário caracterizar em pormenor todos os princípios associados ao parâmetro de engenharia “Desperdício de tempo”.

1. Segmentação

- Dividir um objeto em partes independentes;
- Fazer um objeto modular;
- Aumentar o grau de segmentação de um objeto.

4. Assimetria

- Substituir formas simétricas por formas assimétricas;
- Se um objeto já for assimétrico, aumentar o grau de assimetria.

10. Ação prévia

- Realizar previamente alterações requeridas a um objeto;
- Preparar previamente os objetos de maneira a poderem ser utilizados imediatamente, a partir da localização mais conveniente.

18. Vibrações

- Utilizar oscilações;
- Se oscilações já existirem, aumentar a sua frequência para ultrassônica;
- Utilizar a frequência de ressonância;
- Substituir vibrações mecânicos por vibrações piezo;
- Utilizar vibrações ultrassônicas em conjunção com campo eletromagnético.

20. Continuidade de uma ação útil

- Realizar uma ação sem paragens. Todas as partes do objeto devem operar à capacidade máxima;
- Eliminação de movimentos intermédios;
- Substituir movimentos lineares por movimentos rotacionais.

24. Mediação

- Utilizar um objeto intermediário para realizar uma ação;
- Conectar temporariamente o objeto original a um que é facilmente removível.

28. Substituição de sistema mecânico

- Substituir um sistema mecânico por um sistema ótico, acústico, térmico ou olfativo;
- Utilizar um campo eletromagnético, elétrico ou magnético para interagir com um objeto;
- Substituir campos que são:
 - a. Estacionários por móveis;
 - b. Fixos por variáveis com o tempo;
 - c. Aleatórios por estruturados.
- Utilizar campos em conjugação com partículas ferromagnéticas.

30. Membranas flexíveis

- Substituir elementos fixos por membranas flexíveis;
- Isolar um objeto do ambiente externo através de membranas flexíveis.

32. Mudança de cor

- Mudar a cor de um objeto;
- Mudar o grau de translucidez de um objeto;
- Utilizar corantes para observar um objeto ou processo que sejam difíceis de observar;
- Se aditivos já estiverem a ser utilizados, aplicar vestígios luminescentes.

34. Rejeição e recuperação de elementos

- Após completar a sua função, ou se tornar inútil, um elemento de um objeto é rejeitado (descartado, dissolvido, evaporado, etc.) ou modificado durante o processo de trabalho;
- Partes utilizadas de um objeto devem ser restauradas.

35. Transformação de propriedades

- Alterar o estado físico do sistema;
- Alterar a concentração ou densidade;

- Alterar o grau de flexibilidade;
- Alterar a temperatura ou volume.

Caraterizados os princípios associados ao parâmetro “Desperdício de tempo”, foi possível identificar quais destes são possíveis soluções para o problema em questão: “Ação prévia” e “Continuidade de uma ação útil”. Os 2 princípios estão relacionados, podendo ser aplicados em conjunto através de uma ferramenta do *Lean*, o SMED.

Assim sendo, o passo seguinte foi a aplicação do SMED nos diversos *setups* existentes na linha, tendo como 1ª abordagem a observação e identificação de falhas nos processos, de maneira a sugerir melhorias que tenham como objetivo final um aumento da eficiência das trocas de formato da linha de enchimento.

Após as observações e análises iniciais foram detetadas diversas deficiências nos processos de troca de formato: elevados tempos de *setup* e variabilidade enorme dos mesmos; movimentos desnecessários por parte dos operadores; falta de standardização; falta e desorganização das ferramentas e peças de formato necessárias para a troca. De maneira a combater estes problemas e a reduzir o desperdício de tempo evidente nos processos de *setup*, adotou-se a seguinte metodologia de aplicação do SMED:

- **Observação inicial:** identificação de ferramentas e peças de formato utilizadas para a troca de formato, e movimentações realizadas pelo operador;
- **Análise individual de *setups*:** registo das operações, durações e frequência de cada tipo de *setup*;
- **Análise de prioridades:** identificar os tipos de troca cuja melhoria traria mais benefícios em termos produtivos;
- **Diagrama de esparguete:** representar os movimentos realizados pelo operador durante uma troca de formato;
- **Passo 1 da aplicação do SMED:** separar as atividades internas e externas;
- **Passo 2 da aplicação do SMED:** converter atividades internas em externas;
- **Passo 3 da aplicação do SMED:** melhorar ao máximo tanto as atividades internas, como externas;
- **Standardização:** Análise de resultados e standardização do processo;

Após a observação inicial foram registadas, para todos os formatos, as operações realizadas e respetivas durações. Apenas foram consideradas os *setups* que foram realizados mais de 2 vezes. As trocas de produto são consideradas como um tipo de *setup* único, independentemente do formato presente, uma vez que as atividades realizadas em cada troca de produto são exatamente as mesmas. Os dados relativos a todos os formatos realizadas pela linha estão expostos na tabela 4.3.

Tabela 4.3 - Dados temporais e de frequência dos formatos produzidos pela linha

		De	Para	Frequência (unid.)	Total (unid.)	Média (min.)	Total (min.)	Tempo total (h)	Total (h)
Cerveja	Troca de produto	HS MP	HS MP	6	36	18,5	19,75	1,85	11,85
		P24 P	P24 P	6		14,67		1,47	
		P12 P	P12 P	12		19,33		3,87	
		P12 MP	P12 MP	4		14,25		0,95	
		B4x6 P	B4x6 P	4		26,25		1,75	
		B24SH P	B24SH P	4		29,5		1,97	
	Troca de formato	HS MP	P12 P	6		89,33		8,93	
		P12 P	P12 MP	5		24,4		2,03	
		P12 MP	P12 P	5		18,6		1,55	
		B4x6 P	B24SH P	3		113,67		5,68	
		P6 MP	B4x6 P	3		103,33		5,17	
		P12 MP	P6 MP	4		100,25		6,68	
Refrig.	Troca produto	P24 P	P24 P	5	9	111,67	89,15	9,31	13,37
		B24SH P	B24SH P	4		61		4,07	

Devido à existência de uma grande quantidade de formatos diferentes, e, portanto, de muitas trocas de formato, foi necessário realizar uma análise de prioridades de maneira a determinar quais as trocas que, sendo aperfeiçoadas, irão ter um maior impacto na produtividade da linha. Utilizando os dados da tabela 4.3 é obtida a figura 4.1.

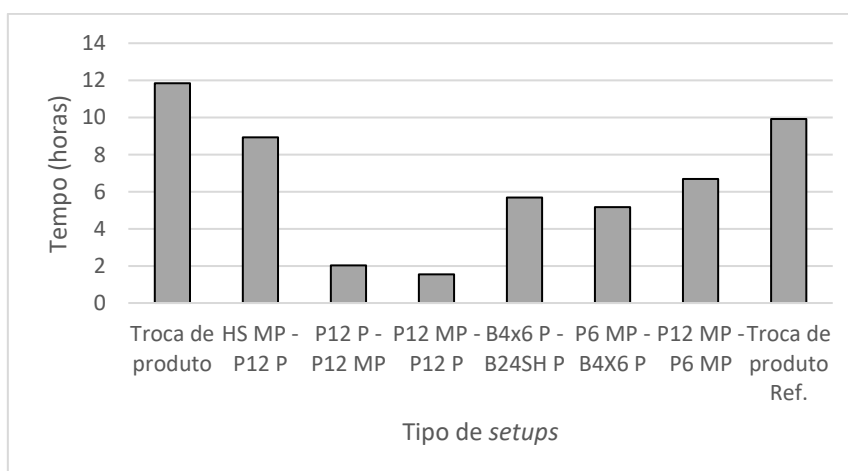


Figura 4.1 - Análise de prioridades de setup

É, portanto, evidente que os *setups* que mais oportunidades de melhoria oferecem à linha são, por ordem, as trocas de produto de cerveja, as trocas de produto de refrigerante, e a troca de formato de Hi-Cone solto em meia-paleta para Pack de 12 em paleta inteira.

Identificados os 3 *setups* prioritários, foi fundamental especificar as operações que constituem cada um dos mesmos, tal como as respetivas durações. As atividades que compõem todas as trocas de formato da linha são:

1. **Cálculo de fiadas para corte de produto:** apenas aplicável a enchimento de refrigerante. Como o xarope é produzido de acordo com a quantidade de latas a encher, sempre que a ordem de produção está a terminar é necessária a determinação do número de latas a entrar na linha, de acordo com a quantidade de xarope ainda no tanque, de maneira a não faltar xarope nem entrarem latas a mais;
2. **Troca de latas na despaletizadora:** assim que ordem de produção terminar, colocação no pé-de-máquina de latas para ordem de produção seguinte;
3. **CIP:** apenas aplicável a enchimento de refrigerante. Corresponde aos programas de limpeza da enchedora;
4. **Espera para ganho de espaço no pasteurizador:** espera para criação de espaço entre produções no pasteurizador;
5. **Transportadores – Habilitar/Desabilitar Hi-Cone:** habilitar/Desabilitar a passagem das latas pela embaladora Hi-Cone.
6. **Transportadores – Habilitar/Desabilitar Hi-Cone/OCME VEGA:** escolha entre passagem direita do Pasteurizador para empacotadora OCME TH, ou passagem pelas embaladoras Hi-Cone/OCME VEGA;
7. **Transportadores – Habilitar/Desabilitar OCME TH:** após passagem pela embaladora OCME VEGA, escolher entre passagem direta para a Paletizadora, ou passagem pela empacotadora OCME TH;
8. **Preparação para troca de formato:** colocação das ferramentas e peças de formato necessárias para o *setup* num local facilmente acessível;
9. **OCME VEGA – Alteração dos transportadores, chapa de transferência, calibre distanciador e pinos:** troca de formato na embaladora OCME VEGA;
10. **OCME VEGA – Alteração dos separadores, empurrador e enrola-filme:** troca de formato na embaladora OCME VEGA;
11. **OCME VEGA – Alteração dos parâmetros do forno:** troca de formato na embaladora OCME VEGA;
12. **OCME VEGA – Habilitar/Desabilitar forno:** apenas aplicável a trocas de formatos que envolvam o formato Hi-Cone solto. Troca de formato na embaladora OCME VEGA;
13. **OCME TH – Alteração dos transportadores, chapa de transferência e pinos:** troca de formato na empacotadora OCME TH;
14. **OCME TH – Habilitar/Desabilitar cartão:** troca de formato na empacotadora OCME TH;

- 15. Transportadores – Alteração das guias entre OCME VEGA e OCME TH:** alteração das guias dos transportadores entre embaladora OCME VEGA e empacotadora OCME TH;
- 16. Transportadores – Alteração das guias entre OCME TH e Paletizadora:** alteração das guias dos transportadores entre empacotadora OCME TH e Paletizadora;
- 17. Paletizadora e Envolvedora – Troca de formato:** alteração do tipo de paletização na Paletizadora e envolvedora;

Definidas todas as atividades que compõem qualquer *setup* que possa ocorrer, foi imperativo individualizar os 3 *setups* prioritários identificados anteriormente, referindo quais as atividades que os compõem, bem como as respectivas durações. Os tempos referidos são apenas os tempos que contribuem para o tempo de *setup*, podendo não ser o tempo total da atividade, uma vez que 2 operações diferentes podem ser realizadas ao mesmo tempo. Os dados referentes as atividades que constituem cada *setup* e respectivas durações estão apresentados nas tabelas do anexo I.

Definidas as durações médias de cada operação que constitui cada tipo de *setup*, bem como as respectivas durações médias, foi iniciada uma análise mais aprofundada de cada um.

4.2.1. Troca de produto – Refrigerante

Neste tipo de *setup*, apenas 4 atividades das 17 totais são realizadas:

- 1. Cálculo de fiadas para corte de produto;
- 2. Troca de latas na despaletizadora;
- 3. CIP;
- 4. Espera para criação de espaço no pasteurizador.

No entanto, a operação 4 acaba por ser realizada enquanto a operação 3, CIP, está a decorrer, sendo, então, uma operação sobreposta e não tendo relevância no tempo total de *setup*. Por conseguinte, foi uma operação que não será considerada na análise de tempos.

Através dos dados retirados para este tipo de *setup*, foi obtida a tabela 4.4. Na tabela é identificada um valor alvo de tempo de *setup*, valor esse que corresponde a 90% do valor mínimo cronometrado. Este valor alvo foi obtido através de *brainstormings* com o chefe de enchimento.

Tabela 4.4 - Resumo dos dados temporais para o *setup* "Troca de produto – Refrigerante"

Setup	Média (min)	Mínimo (min)	Máximo (min)	Alvo (min)
Troca de produto - Refrigerante	66,1	39,0	81,0	35,1

Foi obtida, assim, a figura 4.2, onde está representado, graficamente, o objetivo final da implementação do SMED neste *setup* específico.

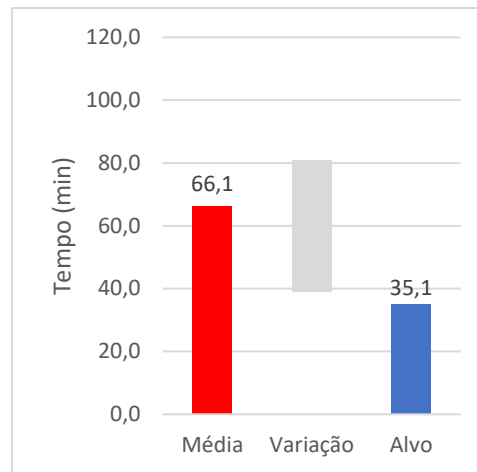


Figura 4.2 –Tempo alvo para o *setup* “Troca de produto – Refrigerante”

Seguindo a metodologia de aplicação de SMED referida anteriormente, o passo seguinte foi a construção de um diagrama de esparguete. No entanto, neste *setup* em específico, nenhuma atividade engloba movimentações de relevo e que, por si só, representem desperdícios de tempo, e, portanto, esse 1º passo foi ignorado. Assim sendo, a 1ª fase de implementação do SMED foi a diferenciação entre atividades internas e atividades externas.

1) Diferenciação entre atividades internas e externas

Através da observação inicial, concluiu-se que todas as atividades que compõem este *setup* são operações realizadas com o equipamento parado, ou seja, atividades internas. A tabela 4.5 apresenta as durações médias de cada atividade que constitui o *setup*, bem como a duração média do mesmo. Esses valores temporais estão representados graficamente na figura 4.3.

Tabela 4.5 - *Setup* “Troca de produto – Refrigerante” após passo 1 do SMED

Operação	1	2	3	Tempo de <i>setup</i>
Tempo médio (min)	10,2	5,2	50,7	66,1

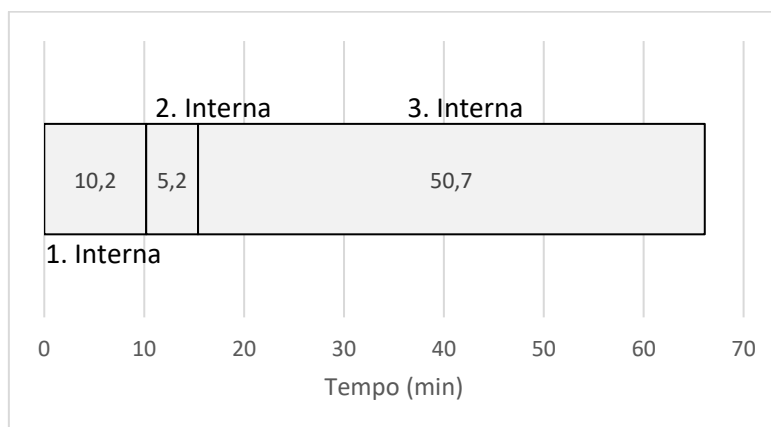


Figura 4.3 - *Setup* “Troca de produto - Refrigerante” após passo 1 do SMED

Tendo em conta que todas as atividades incluídas são internas, não existiu a necessidade de as diferenciar das externas. Deste modo, passou-se à 2ª fase de implementação do SMED, a conversão de atividades internas em externas.

2) Conversão de atividades internas em externas.

1. Cálculo de fiadas para corte de produto:

Antes da conversão a atividade 1, cálculo de fiadas para corte de produto, demorava, em média, 10,2 minutos a ser concluída, seguindo o seguinte procedimento:

- Verificação regular, pelo xaropeiro, da quantidade de xarope existente no tanque;
- Quando o xarope chegar a certo ponto no tanque, o xaropeiro transmite ao operador da despaletizadora a quantidade de fiadas a entrar na linha;
- Paragem da despaletizadora para esvaziar a linha;
- Nova estimativa do xaropeiro, consoante quantidade de xarope no tanque e *mixer*;
- Ajustes à medida que forem necessários;

De maneira a padronizar este processo, foi realizada uma análise de corte de produto tendo em conta a razão volumétrica (RV) do xarope e o tanque utilizado.

Cada tanque da xaroparia possui uma sonda, representada na figura 4.4, que fornece os quilogramas de xarope ainda existentes acima da sua posição. Essa quantidade de xarope é transmitida para um painel existente na xaroparia, que por sua vez está representado na figura 4.5.

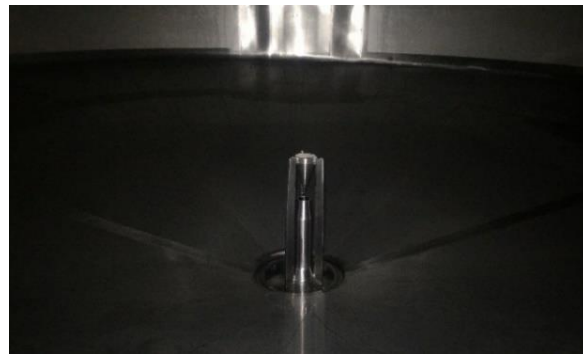


Figura 4.4 - Sonda existente nos tanques da xaroparia

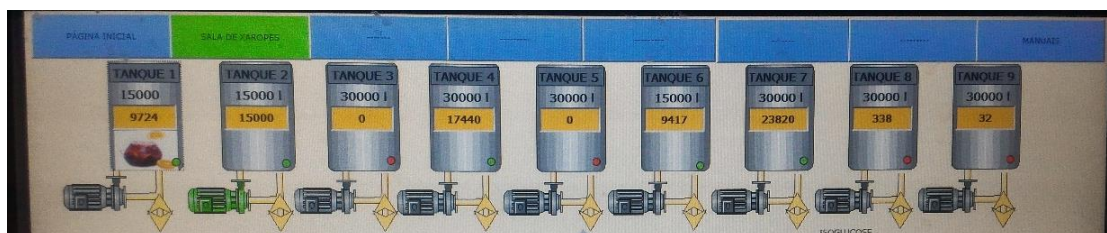


Figura 4.5 - Painel da xaroparia

Foi então criada uma tabela-padrão que fornece o número de fiadas ainda por entrar na linha, a partir do momento em que a sonda chega ao valor 0 no painel. Essa mesma tabela tem em consideração a RV do xarope e o tanque ocupado, uma vez que 2 tanques com a mesma capacidade podem levar a 2 valores completamente diferentes, resultado de uma má calibração das sondas. A tabela-padrão está representada na tabela 4.6.

Tabela 4.6 - Tabela-padrão para padronização de corte de produto

	Tq 1	Tq 2	Tq 3	Tq 4	Tq 5	Tq 6	Tq 7	Tq 8
RV3	28	12	19		18		79	
RV4		15	24		23		95	
RV5		19	29		27		113	

Os espaços em branco na tabela constituem combinações de RV com tanques que nunca foram utilizados.

No entanto, como a RV real do xarope pode variar consoante a necessidade de aumento ou diminuição do brix, esta atividade não pode ser eliminada, podendo, contudo, ser convertida em atividade externa e ter o seu tempo médio de duração reduzido de 10,2 minutos para cerca de 1,5 minutos.

2. Troca de latas na despaletizadora

Antes da conversão, a atividade 2, troca de latas na despaletizadora, demorava, em média, 5,2 minutos a ser concluída, seguindo o seguinte procedimento:

- Entrada da última fiada da produção anterior;
- Colocação de paletes com latas da produção seguinte no pé-de-máquina;
- Posicionamento, por parte do empilhador, de paletes para nova produção na despaletizadora;
- Início de nova ordem de produção.

De maneira a racionalizar o processo, a colocação de paletes da ordem seguinte no pé-de-máquina e na despaletizadora começou a realizar-se antes da finalização da ordem anterior, evitando a paragem da máquina para efetuar a troca de latas.

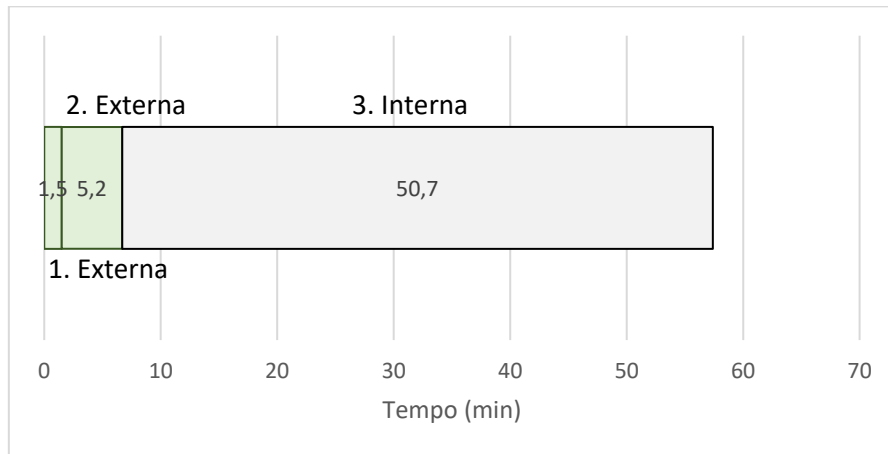
3. CIP

Os programas de limpeza da enchedora apenas podem ser executados com o equipamento parado, não existindo, então, a possibilidade de conversão para atividades externa.

Após as conversões e melhorias implementadas neste 2º passo da implementação de SMED, foi obtida a tabela 4.7, com os tempos médios de duração, e a figura 4.6, onde estão representadas todas as atividades e respetivas classificações. As atividades externas estão representadas a verde e as atividades internas estão representadas a cinzento.

Tabela 4.7 - *Setup* "Troca de produto – Refrigerante" após passo 2 do SMED

Operação	1	2	3	Tempo de <i>setup</i>
Tempo médio (min)	1,5	5,2	50,7	50,7

Figura 4.6 - *Setup* "Troca de produto - Refrigerante" após passo 2 do SMED

3) Melhoria de atividades internas e externas;

Considerando que a 1ª atividade deste *setup*, cálculo de fiadas para corte de produto, já foi melhorada no processo de conversão, restava melhorar a 2ª e 3ª atividade.

2. Troca de latas na despaletizadora

Um aperfeiçoamento a considerar nesta atividade seria a colocação das paletes da ordem de produção seguinte numa zona do armazém mais próxima do pé-de-máquina da despaletizadora. Esta melhoria levaria a reduções nas movimentações do empilhador e, consequentemente, a reduções no tempo de *setup*. No entanto, devido à falta de dados acerca das movimentações atuais dos empilhadores, não é possível fazer uma análise aprofundada das mesmas.

Assim sendo, foi considerado que esta atividade não se encontra capaz de ser melhorada, em termos temporais.

3. CIP

O principal objetivo com a melhoria da atividade de CIP foi a standardização da sua duração, uma vez que os programas de limpeza em si não podem ser melhorados.

Observando a tabela I.2 (anexos, ver página 83-84), foi possível verificar uma grande variação de tempos de CIP, variando de 27 minutos até 65 minutos. Uma melhoria a considerar seria o estabelecimento de durações fixas dos programas de CIP, evitando as variações na duração da atividade. Foi, então, perfeitamente aceitável considerar como uma nova duração média o tempo mínimo da atividade nos diversos *setups* observados, neste caso, 27 minutos.

Após a diferenciação entre atividades internas e externas, conversões de internas para externas e melhorias implementadas em ambas, foi obtida a tabela 4.8, com os tempos médios de duração de cada operação, e a figura 4.7, onde estão representadas todas as atividades e respectivas classificações finais.

Tabela 4.8 – *Setup* “Troca de produto – Refrigerante” após passo 3 do SMED

Operação	1	2	3	Tempo de <i>setup</i>
Tempo médio (min)	1,5	5,2	27	27

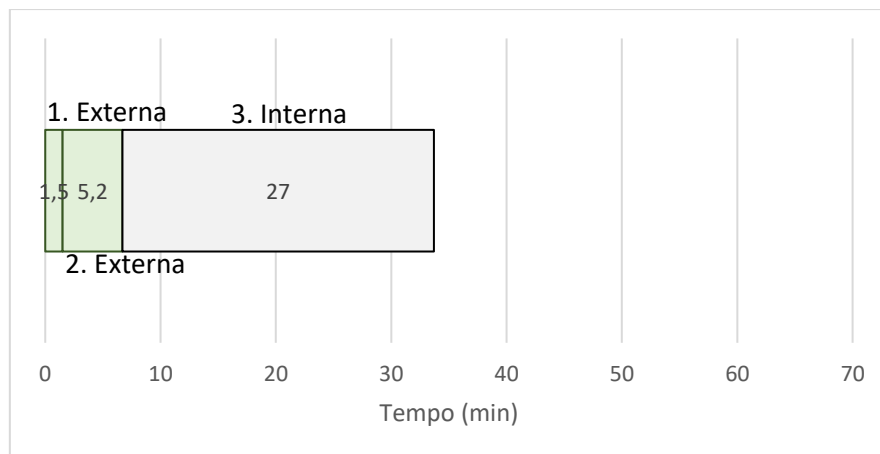


Figura 4.7 - *Setup* “Troca de produto - Refrigerante” após passo 3 do SMED

Como evidenciado na tabela 4.8, o tempo total das operações era de 33,7 minutos. No entanto, o tempo de *setup* representa o período em que a produção é interrompida para a troca de produto. Assim sendo, com a conversão das atividades 1 e 2 em atividades internas, o tempo de *setup* é apenas dado pelo tempo da atividade 3, programas de CIP, que é 27 minutos. A comparação do novo tempo de *setup* melhorado com o valor original e o valor alvo definido no início está evidenciada na figura 4.8.

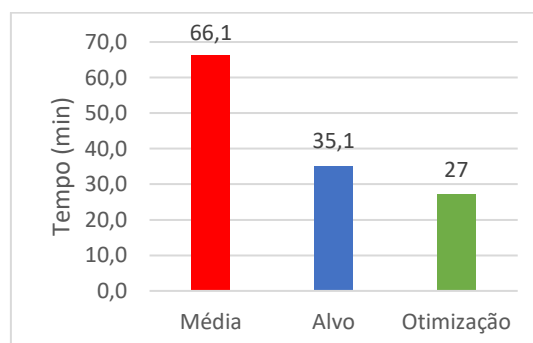


Figura 4.8 - Melhoria do *setup* “Troca de produto - Refrigerante”

Como apresentado em cima, o valor alvo foi não só alcançado, como melhorado, através das implementações realizadas e das sugestões de melhoria fornecidas.

O último passo de implementação do SMED neste *setup* foi a standardização. Para tal, foi desenvolvido:

- Instrução de trabalho para troca de produto de refrigerante na enchedora (ver anexo II);
- *Checklist* para a instrução de trabalho para troca de produto de refrigerante na enchedora (ver anexo II);
- Instrução de trabalho para troca de lata na despaletizadora (ver anexo II).

4.2.2. Troca de produto – Cerveja

A troca de produto de cerveja é um tipo de *setup* muito semelhante ao estudado em cima. Contudo, das 17 atividades, apenas 2 são realizadas, em vez de 4:

- 2. Trocas de latas na despaletizadora;
- 4. Espera para criação de espaço no pasteurizador;

Através dos dados temporais apresentados nas tabelas I.4, I.5 e I.6 foi obtida a tabela 4.9. Na tabela 4.9 foi identificado um valor objetivo de tempo de *setup*, valor esse que, tal como na troca de produto de refrigerante, correspondia a 90% do valor mínimo cronometrado.

Tabela 4.9 - Resumo dos dados temporais para o *setup* “Troca de produto – Cerveja”

Setup	Média (min)	Mínimo (min)	Máximo (min)	Alvo (min)
Troca de produto - Cerveja	19,7	10,0	36,0	9,0

Através da tabela foi obtida a figura 4.9, que representa o objetivo final da implementação do SMED neste tipo de *setup*.

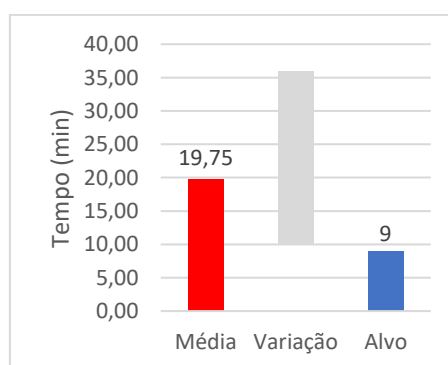


Figura 4.9 - Tempo alvo para o *setup* “Troca de produto – Cerveja

Tal como no *setup* analisado anteriormente, troca de produto de refrigerante, nenhuma atividade requeria movimentações relevantes por parte dos operadores e que representem desperdícios de tempo, e, portanto, esse 1º passo não foi novamente considerado. Desta forma, o procedimento de implementação de SMED passou diretamente para o 2º passo, diferenciação entre atividades internas e externas.

1) Diferenciação entre atividades internas e externas

Todas as atividades que compõem este *setup* são atividades internas, realizadas com o equipamento parado. Tendo isso em conta, a figura 4.10 representa as durações das operações do processo, resumidos na tabela 4.10.

Tabela 4.10 - *Setup* "Troca de produto – Cerveja" após passo 1 do SMED

Operação	2	4	Tempo de <i>setup</i>
Tempo médio (min)	5,4	14,3	19,7

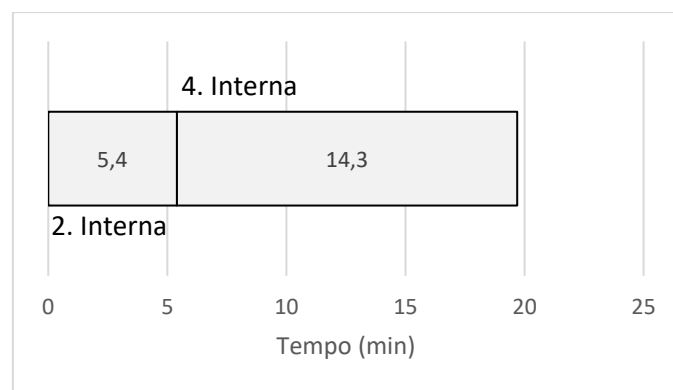


Figura 4.10 - *Setup* "Troca de produto - Cerveja" após passo 1 do SMED

Considerando que todas as operações são internas, não existiu a necessidade de realizar a separação entre atividades internas e externas. Posto isso, passou-se à conversão de atividades internas em externas.

2) Conversão de atividades internas em externas.

2. Troca de latas na despaletizadora

Tal como na troca de produto de refrigerante, a troca de latas na despaletizadora é uma operação que é realizada com o equipamento parado, demorando, em média, 5,4 minutos a ser executada. Analogamente ao *setup* analisando anteriormente, a colocação de paletes da ordem de produção seguinte no pé-de-máquina e na despaletizadora começou a realizar-se ainda durante a ordem anterior, evitando a paragem da máquina.

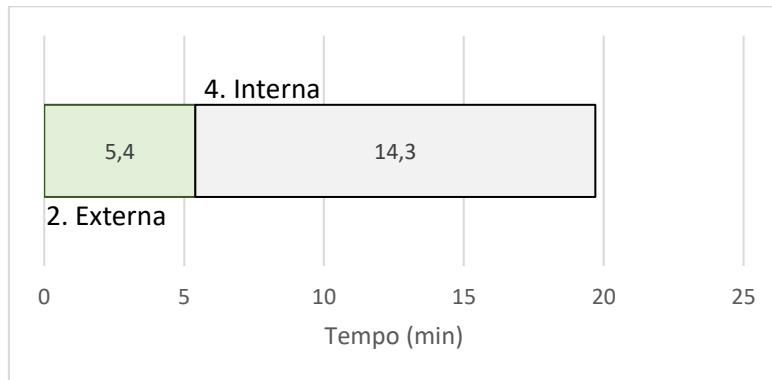
4. Espera para criação de espaço no pasteurizador

Sendo uma operação de espera que necessita de ser realizada, não existiu a possibilidade de conversão para externa.

Convertidas as atividades capazes de o ser foi obtida a tabela 4.11, que apresenta a duração média de cada atividade que constitui o *setup*. Estas durações estão representadas graficamente na figura 4.11.

Tabela 4.11 - *Setup* "Troca de produto – Cerveja" após passo 2 do SMED

Operação	2	4	Tempo de <i>setup</i>
Tempo médio (min)	5,4	14,3	14,3

Figura 4.11 - *Setup* "Troca de produto - Cerveja" após passo 2 do SMED

3) Melhoria de atividades internas e externas

2. Troca de latas na despaletizadora

Sendo esta uma atividade presente tanto neste *setup*, como no *setup* anteriormente analisado, a metodologia de melhoria foi a mesma para ambos. Desta forma, a melhoria a contemplar foi a colocação das paletes da ordem de produção seguinte numa zona do armazém mais próxima do pé-de-máquina do equipamento, o que resultou numa redução nas movimentações do empilhador, e consequentemente, de desperdício de tempo. No entanto, devido à falta de dados de movimentações para analisar, este aperfeiçoamento não foi possível corroborar em termos de melhoria de tempos.

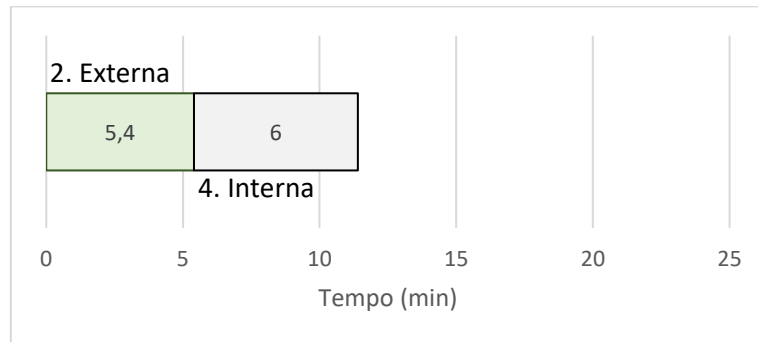
4. Espera para criação de espaço no pasteurizador

Considerando que a única utilidade desta atividade é a criação de espaço entre produções, não existindo um tempo mínimo necessário para o mesmo, a melhoria recaiu sobre a standardização, fixando um valor que será cumprido por todos os operadores. Esse valor foi o valor mínimo observado em todos os *setups* cronometrados. Assim sendo, foi fixado, para esta atividade, um tempo fixo de 6 minutos.

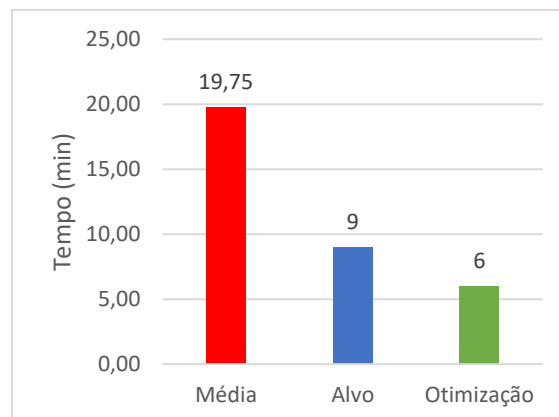
Realizados os 3 passos do SMED, foram obtidos os tempos finais melhorados para cada atividade, estando estes representados na tabela 4.12. A sua representação gráfica está exposta na figura 4.12.

Tabela 4.12 - *Setup* "Troca de produto – Cerveja" após passo 3 do SMED

Operação	2	4	Tempo de setup
Tempo médio (min)	5,4	6	6

Figura 4.12 - *Setup* "Troca de produto - Cerveja" após passo 3 do SMED

Como representado na tabela 4.12, o tempo de *setup* final, após conversões e melhorias, foi de 6 minutos. Comparando o valor final com a média inicial e o valor alvo definido antes das implementações efetuados, é obtida a figura 4.13.

Figura 4.13 - Melhoria do *setup* "Troca de produto - Cerveja"

Tal como está representado na figura 4.13, o valor alvo foi alcançado, tendo sido obtida uma redução de 13,7 minutos.

Como último passo do SMED, foram standardizados os processos, através de:

- Instrução de trabalho para troca de lata na despaletizadora (ver anexo II).

4.2.3. Troca de formato – HS MP para P12 P

As trocas de formato são *setups* mais complexos que as trocas de produto estudadas anteriormente, envolvendo um maior número de operações. Para este *setup* em específico, a troca de HS MP para P12 P, as atividades realizadas são:

- 2. Trocas de latas na despaletizadora;
- 4. Espera para ganho de espaço no pasteurizador;
- 5. Transportadores – Habilitar/Desabilitar Hi-Cone;
- 8. Preparação para troca de formato;
- 9. OCME VEGA – Alteração dos transportadores, chapa de transferência, calibre distanciador e pinos;
- 10. OCME VEGA – Alteração dos separadores, empurrador e enrola-filme;
- 12. OCME VEGA – Habilitar/Desabilitar forno;
- 16. Transportadores – Alteração das guias entre OCME TH e Paletizadora;
- 17. Paletizadora e Envolvedora – Troca de formato.

Simplificando a tabela I.7, é obtida a tabela 4.13. Na mesma é estabelecido um valor alvo que, tal como nos 2 *setups* analisados anteriormente, correspondeu a 90% do valor mínimo medido.

Tabela 4.13 - Resumo dos dados temporais para o *setup* “Troca de formato – HS MP para P12 P”

Setup	Média (min)	Mínimo (min)	Máximo (min)	Alvo (min)
Troca de formato – HS MP para P12 P	89,3	70	105	63

Da tabela 4.13 resulta a figura 4.14, onde está representado, para além da média e variação atual, o objetivo final após implementação das melhorias sugeridas durante a aplicação da metodologia SMED.

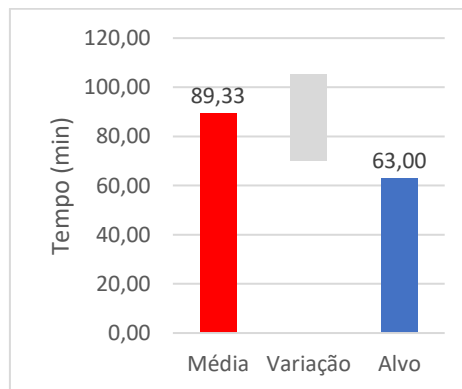


Figura 4.14 - Tempo alvo para o *setup* “Troca de formato - HS MP para P12 P”

Definida a meta, procedeu-se à construção do diagrama de esparguete. Este diagrama foi construído apenas para a zona de trabalho da OCME VEGA, onde ocorrem as operações 5, 8, 9, 10 e 12, uma vez que é neste local que se verificam movimentações relevantes do operador que podem ser melhoradas. O diagrama de esparguete antes de qualquer aperfeiçoamento está representado no anexo III.

No diagrama de esparguete estão representados:

- Matérias Primas - MP;

- Ferramentas - F;
- Peças de Formato - PF;
- Operação “Transportadores – Habilitar/Desabilitar Hi-Cone” - Movimentações a preto;
- Operação “Preparação para troca de formato” - Movimentações a verde;
- Operação “OCME VEGA - Alteração dos transportadores, chapa de transferência, calibre distanciador e pinos” - Movimentações a vermelho;
- Operação “OCME VEGA – Alteração dos separadores, empurrador e enrola-filme” - Movimentações a azul;
- Operação “Habilitar/Desabilitar forno” - Movimentações a cor-de-rosa;
- Operação “Troca de matéria prima” - Movimentações a amarelo.

Definidas as movimentações que o operador realiza durante a mudança de formato na OCME VEGA, percorrendo cerca de 116,8 metros, procedeu-se à separação entre atividades internas e externas;

1) Diferenciação entre atividades internas e externas

Tal como nos 2 *setups* anteriormente analisados, antes de qualquer implementação todas as atividades eram realizadas com o equipamento parado, sendo, portanto, atividades internas. Assim sendo, não foi necessário realizar a distinção entre as operações internas e externas, podendo-se passar diretamente para o próximo passo, conversão de atividades internas em externas. O tempo de *setup* inicial, tendo em conta o tipo de cada atividade, está representado na tabela 4.14 e na figura 4.15.

Tabela 4.14 - *Setup* “Troca de formato – HS MP para P12 P” após passo 1 do SMED

Operação	2	4	5	8	9	10	12	16	17	Tempo <i>setup</i>
Tempo médio (min)	4,7	13,0	4,7	8,7	21,0	17,0	1,2	15,0	4,2	89,3

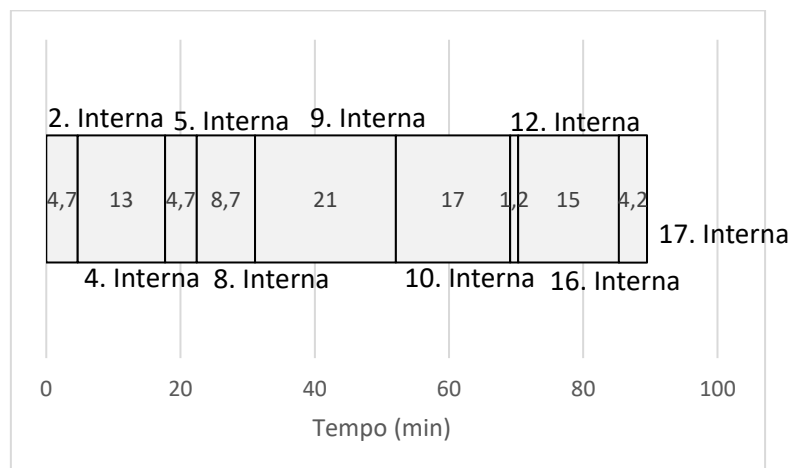


Figura 4.15 - *Setup* “Troca de formato – HS MP para P12 P” após passo 1 do SMED

2) Conversão de atividades internas em externas.

Analisadas todas as atividades que constituem este *setup*, apenas foram identificadas duas que eram capazes de ser realizadas com os equipamentos em funcionamento: Troca de latas na despaletizadora e Preparação para troca de formato.

2. Troca de latas na despaletizadora

A colocação de paletes da ordem de produção posterior no pé-de-máquina e na despaletizadora durante a ordem de produção atual possibilitou a continuidade do funcionamento do equipamento, evitando a paragem do mesmo para realizar a operação.

8. Preparação para troca de formato

O transporte das ferramentas e das peças de formato do local de armazenamento para o local de utilização era uma atividade que se realizava apenas após paragem da máquina, quando é uma operação que pode ser realizada com o equipamento em funcionamento, reduzindo o tempo de paragem e as movimentações do operador durante o mesmo. Para facilitar esta operação, foram elaboradas 2 *checklists*: *checklist* de ferramentas e *checklist* de peças de formato (ver anexo II).

Após a conversão das duas atividades, foi obtido o tempo de *setup* apresentado na tabela 4.15. A sua representação gráfica está apresentada na figura 4.16.

Tabela 4.15 - *Setup* "Troca de formato – HS MP para P12 P" após passo 2 do SMED

Operação	2	8	4	5	9	10	12	16	17	Tempo <i>setup</i>
Tempo médio (min)	4,7	8,7	13,0	4,7	21,0	17,0	1,2	15,0	4,2	76

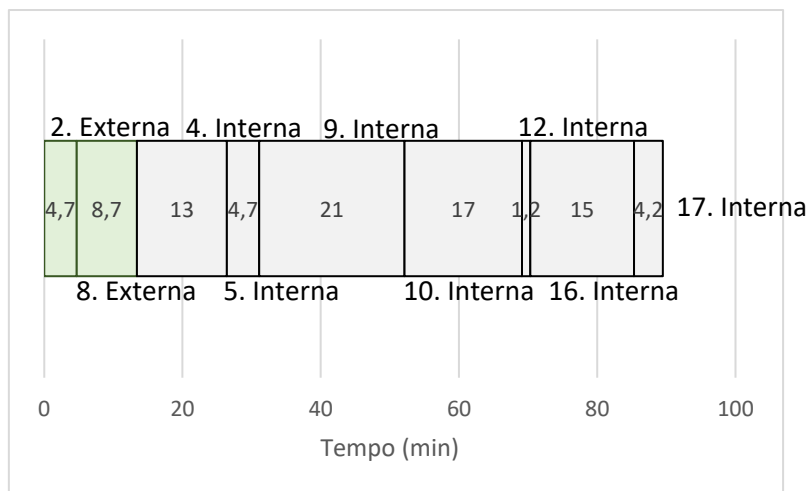


Figura 4.16 - *Setup* "Troca de formato – HS MP para P12 P" após passo 2 do SMED

3) Melhoria de atividades internas e externas

2. Troca de latas na despaletizadora

Considerando que esta atividade é partilhada pelos 3 tipos de *setups* analisados, a melhoria desta foi realizada através do mesmo método, sendo este a colocação das paletes da próxima ordem de produção numa zona do armazém mais próxima do pé-de-máquina do equipamento. No entanto, devido a falta de dados para analisar, não é possível verificar este aperfeiçoamento em termos de melhoria temporal.

4. Espera para criação de espaço no pasteurizador

A melhoria desta atividade incide na standardização da duração da mesma, sendo o tempo fixado o valor mínimo cronometrado. Assim sendo, a duração desta operação deve ser de 6 minutos, devendo este valor ser respeitado por todos os operadores da enchedora.

9. OCME VEGA - Alteração dos transportadores, chapa de transferência, calibre distanciador e pinos; 10. OCME VEGA – Alteração dos separadores, empurrador e enrola filme; 12. OCME VEGA – Habilitar/Desabilitar forno

Sendo estas 3 atividades realizadas por apenas 1 operador, a sua redução em termos temporais recaiu na incorporação de um 2º operador na troca de formato da embaladora OCME VEGA, possibilitando a realização em simultâneo da operação 9 com a operação 10 e 12, sendo que o 1º operador executaria a operação 9, enquanto que o 2º operador executaria a operação 10 e 12.

16. Transportadores – Alteração das guias entre OCME TH e Paletizadora

Tal como no ponto anterior, esta atividade era, usualmente, realizada por apenas 1 operador. A adição de um 2º operador permitiu que esta atividade seja completada durante a execução da mudança de formato da embaladora OCME VEGA, como demonstrado na I.7, no 2º *setup* cronometrado, no qual foram assignados 2 operadores à realização da tarefa, o que permitiu que esta tarefa não tivesse qualquer influência no tempo de *setup* final.

Realizados os 3 passos para melhoria de tempos de *setup*, é obtida a tabela 4.16, onde estão apresentados os tempos finais de cada tarefa, bem como o tempo total do *setup*. Na figura 4.17 é exposta a representação gráfica dos mesmos.

Tabela 4.16 - *Setup* “Troca de formato HS MP para P12 P” após passo 3 do SMED

Operação	2	8	4	5	9	10	12	16	17	Tempo <i>setup</i>
Tempo médio (min)	4,7	8,7	6	4,7	21			-	4,2	35,9

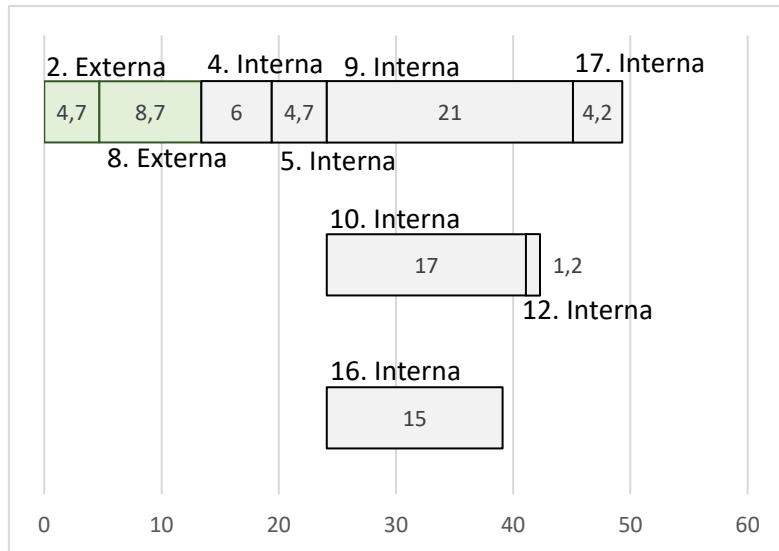


Figura 4.17 - Setup "Troca de formato – HS MP para P12 P" após passo 3 do SMED

Com base na tabela 4.16 e na figura 4.18, e tendo em conta as sobreposições da atividade 9 com as operações 10, 12 e 16, o que levou a que estas não tivessem qualquer influência temporal na duração do *setup*, foi obtido um valor final de 35,9 minutos. Ao comparar este valor com o valor alvo (ver figura 4.14), é obtida a figura 4.18.

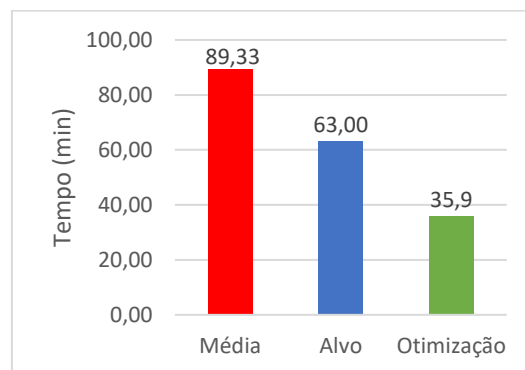


Figura 4.18 – Melhoria do *setup* "Troca de formato – HS MP para P12 P"

Para além das melhorias em termos de tempo, foram também obtidas melhorias em termos de movimentações, como evidenciado pela comparação entre o diagrama de esparguete inicial e o diagrama de esparguete final, ambos apresentados no anexo III.

É facilmente perceptível que a conversão da atividade 8, preparação para troca de formato, de interna para externa reduziu consideravelmente as movimentações dos operadores durante o período de *setup*, permitindo a obtenção de um total de movimentos após melhorias de 86,2 metros, tendo este valor sido medido presencialmente na linha de enchimento.

Tendo sido obtido o valor alvo inicialmente definido, o próximo passo foi standardizar. Para tal, foram elaborados os seguintes documentos:

- Instrução de trabalho para troca de lata na despaletizadora (ver anexo II);
- Instrução de trabalho para mudança de formato na embaladora OCME VEGA;

- *Checklist* para mudança de formato na embaladora OCME VEGA;
- *Checklist* de ferramentas e peças de formato (ver anexo II);
- OPL da listagem dos diversos programas da embaladora OCME VEGA;
- OPL dos parâmetros do forno da embaladora OCME VEGA;
- OPL da mudança das guias para P6/HS e P12;

4.2.4. Resultados da aplicação do SMED

Aplicado o SMED nos 3 *setups* distintos, a tabela 4.17 mostra os resultados obtidos na melhoria dos tempos de *setup*.

Tabela 4.17 - Melhorias temporais obtidas através da aplicação do SMED

	Setup Inicial (min)	Setup Final (min)	Melhoria (%)
Troca de produto - Refrigerante	66,1	27,0	59,1
Troca de produto - Cerveja	19,7	6,0	69,5
Troca de formato – HS MP para P12 P	89,3	35,9	59,8

Comparando o diagrama de esparguete inicial (ver figura III.1) e o diagrama de esparguete final (ver figura III.2), é possível observar uma redução considerável nas movimentações dos operadores, redução essa que está diretamente relacionada com uma redução do tempo de paragem dos equipamentos. Esta comparação e redução são representadas na tabela 4.18.

Tabela 4.18 - Melhorias relativas a movimentações obtidas através da aplicação do SMED

	Inicial (m)	Final (m)	Melhoria (%)
Movimentações	116,8	86,2	26,2

4.3. Melhoria da organização e gestão da linha

Um dos pontos em foco na linha de enchimento era a organização e gestão do espaço de trabalho, evidenciado pelo diagrama de Pareto representado na figura 3.20. Apesar da existência de diversos elementos de controlo e de promoção de organização, a linha apresentava deficiências e oportunidades de melhoria. Tendo isso em conta, foi aplicada a metodologia *Lean 5S*, que se foca na organização do local de trabalho e na padronização dos processos, tendo como objetivo a simplificação dos postos e a redução de desperdícios.

Para tal, foi elaborada uma *checklist* com elementos de todos os sentidos do 5S, tendo esta sido utilizada nas auditorias realizadas antes e depois da implementação das melhorias. A *checklist* está representada na tabela 4.19.

Tabela 4.19 - Checklist de 5S

S	Critério	Avaliação
Utilização	Todos os equipamentos e materiais são utilizados?	
	Existem objetos pessoais na zona de trabalho?	
	O material necessário está presente na zona de trabalho?	
	Todos os corredores estão devidamente sinalizados?	
Organização	As ferramentas e materiais encontram-se nos locais corretos de armazenamento?	
	Existem áreas específicas de armazenamento para cada material e ferramenta?	
	A mesa de trabalho encontra-se, de um modo geral, arrumada e organizada?	
	As zonas de armazenamento encontram-se identificadas?	
Limpeza	Existem materiais de limpeza?	
	A área de trabalho está limpa?	
	Os corredores encontram-se desimpedidos?	
	É realizada a separação de resíduos?	
	Existem <i>checklists</i> de limpeza?	
Normalização	Existem registos de não conformidade do produto?	
	Existe <i>standard</i> de qualidade do produto?	
	Zonas e elementos de segurança estão definidos?	
	Existe uma ordem de trabalho?	
Disciplina	Os operadores recebem formação de 5S?	
	Existem folhas de registos de ocorrências?	
	Os operadores utilizam o fardamento adequado?	

A avaliação de cada elemento da *checklist* foi realizada com base nos critérios apresentados na tabela 4.20.

Tabela 4.20 - Critérios de avaliação para a *checklist* de 5S

Critérios de avaliação				
0	1	2	3	4
Não	Raramente. A necessitar de melhoria.	Ocorre frequentemente. Sujeito a certas melhorias.	A maior parte das vezes.	Sim

Antes da realização da auditoria foi necessário dividir a linha de enchimento em postos de trabalho, de maneira a se realizar uma auditoria independente para cada um dos mesmos. Esta

divisão foi feita tendo em conta os autocontrolos e folhas de registo pré-existentes na linha. Assim sendo, os quatro postos de trabalho identificados foram:

- Posto 1 – Despaletizadora e inspetor 2;
- Posto 2 – Enxaguadora, enchedora, inspetor 1 e pasteurizador;
- Posto 3 – Embaladoras Hi-Cone e OCME VEGA e empacotadora OCME TH;
- Posto 4 – Paletizadora e envolvedora.

A representação visual destes postos na linha de enchimento é apresentada na figura 4.19.

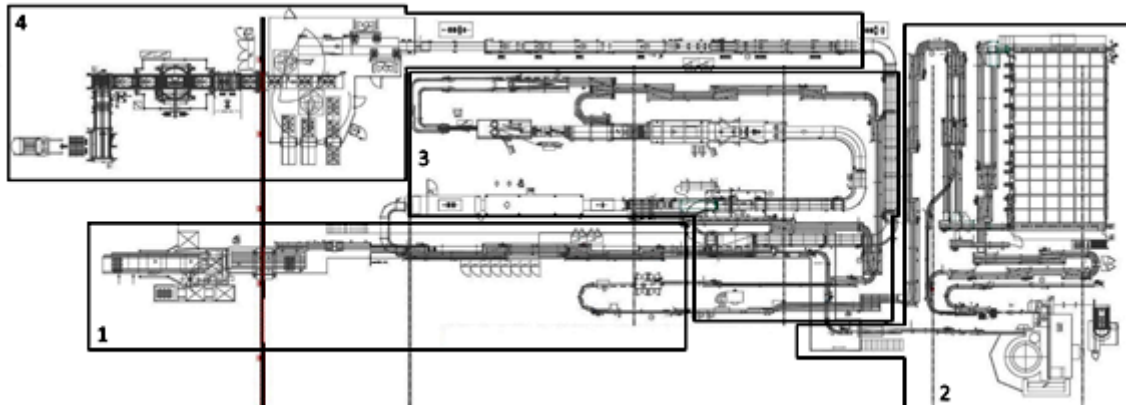


Figura 4.19 - Representação gráfica dos postos de trabalho na linha de enchimento

Definidos os postos de trabalho a avaliar, foi realizada a auditoria utilizando a *checklist* da tabela 4,19, tendo-se obtido os resultados apresentados na figura 4.20. Os resultados pormenorizados para cada posto de trabalho estão apresentados no anexo IV.

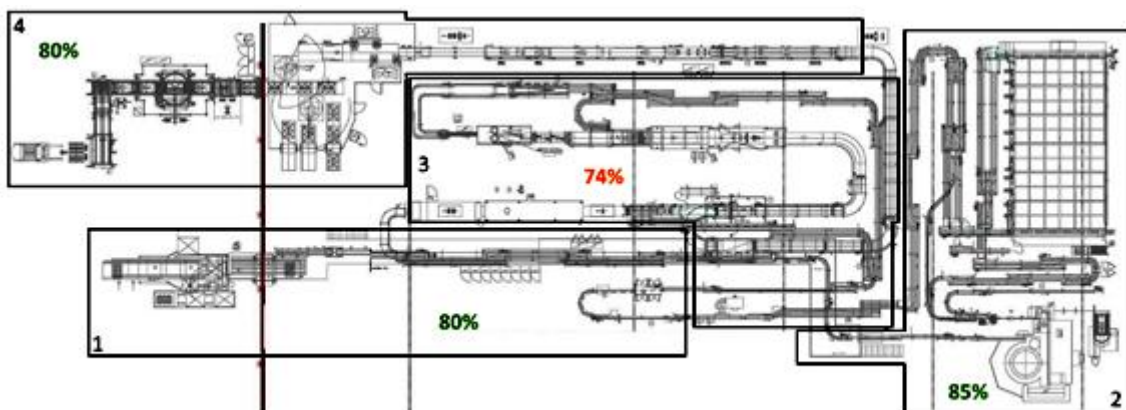


Figura 4.20 - Resultados da auditoria inicial de 5S

Através da auditoria foi possível concluir que todos os pontos de trabalho se encontravam em condições razoáveis de limpeza, organização e disciplina. No entanto, foi possível identificar os pontos e elementos a melhorar, tais como:

- Organização das mesas de trabalho;
- Registos de conformidade e standards de qualidade inexistentes ou com lacunas;

- Inexistência de material de limpeza, o que leva a uma limpeza geral do posto deficiente;
- Inexistência ou inutilização de zonas de armazenamento de matérias-primas e ferramentas;

Foi, então, imperativo abordar estes problemas individualmente, de maneira a melhorar a avaliação de cada posto de trabalho na auditoria final. De maneira a resolver estas questões, recorreu-se a outra ferramenta da TRIZ – a análise Substância-Campo. Para a aplicação desta metodologia é necessário adaptar o problema à análise, especificando substâncias “ s_x ” e forças “ f_x ”.

- **Organização das mesas de trabalho**

As mesas de trabalho e os painéis devem estar devidamente organizados e com informação relevante atualizada. Toda a informação desatualizada e desnecessária deve ser retirada. Na figura 4.21 é possível observar o painel da mesa de trabalho do posto 2, apresentando muita informação irrelevante.



Figura 4.21 - Mesa de trabalho e painel inicial

Utilizando a metodologia substância-campo, considerou-se a substância S_3 como o operador do posto de trabalho, a substância S_4 como a informação imprescindível para um bom funcionamento do mesmo, e o campo F_1 como o painel de gestão visual. Os 3 elementos referidos formam um sistema ineficiente, estando este ilustrado na figura 4.22.

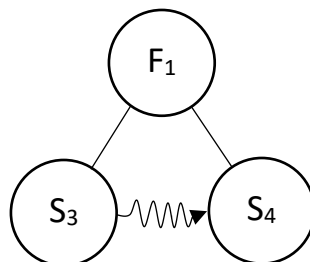


Figura 4.22 - Organização da mesa de trabalho - Sistema ineficiente

Aplicando a solução geral 4 da ferramenta substância campo, alterou-se o painel de gestão visual, tendo sido realizada uma seleção da informação fundamental presente no mesmo. Após

a seleção da informação estritamente necessária para o posto de trabalho, o painel foi reorganizado, como demonstrado na figura 4.23.

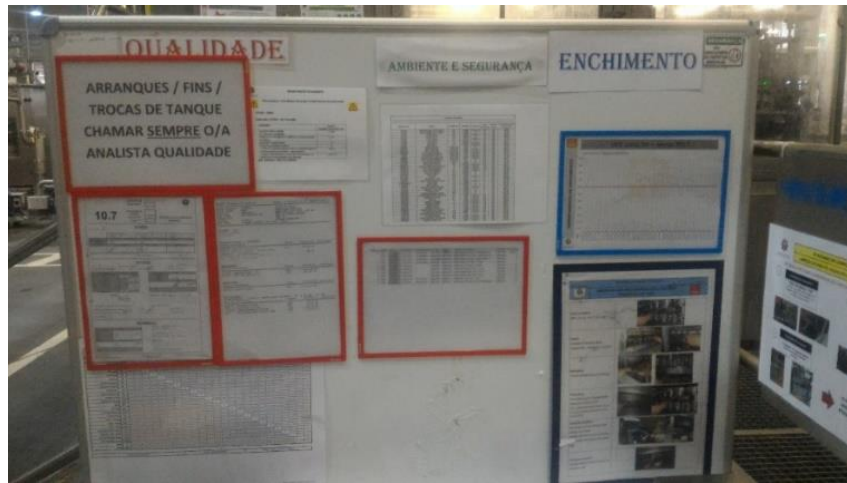


Figura 4.23 - Mesa de trabalho e painel final

O novo painel apresenta a folha barreira, documento com todas as características da cerveja atualmente em utilização, a ordem de produção atual, o plano de produção semanal, a matriz de limpeza, entre outros documentos essenciais a um bom funcionamento deste posto de trabalho. O sistema final está representado na figura 4.24.

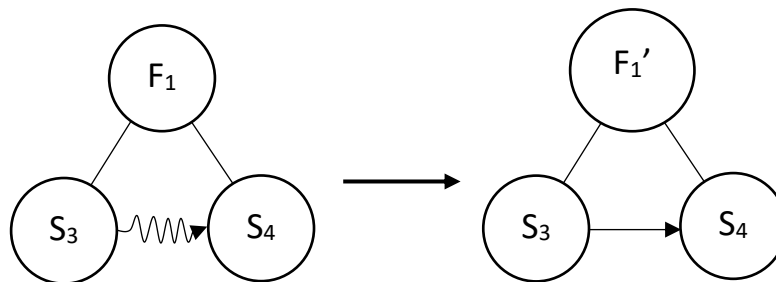


Figura 4.24 - Organização da mesa de trabalho - Sistema final

- **Registos de conformidade inexistentes**

Considerando que assegurar a qualidade do produto final é uma prioridade, é necessário um controlo da mesma ao longo do processo de enchimento. Assim sendo, aplicando a análise Substância-campo, considerou-se que a substância S_5 correspondia ao operador do posto de trabalho e a substância S_6 correspondia à qualidade do produto. Está-se, então, na presença de um sistema incompleto, como evidenciado na figura 4.25.

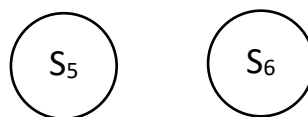


Figura 4.25 - Registos de conformidade inexistentes - Sistema incompleto

Sendo este um sistema incompleto, a solução mais adequada a aplicar seria a solução geral 1, onde se implementa um campo F que ligue as duas substâncias, de maneira a tornar o sistema

completo. O campo aplicado, de maneira a ser um meio para o operador assegurar a conformidade do produto, foi a adição de registos de conformidade e de controlo de qualidade às folhas de registo (denominadas autocontrolos) de todos os postos de trabalho. O sistema final está demonstrado na figura 4.26 e os registos de conformidade estão representados na figura 4.27.

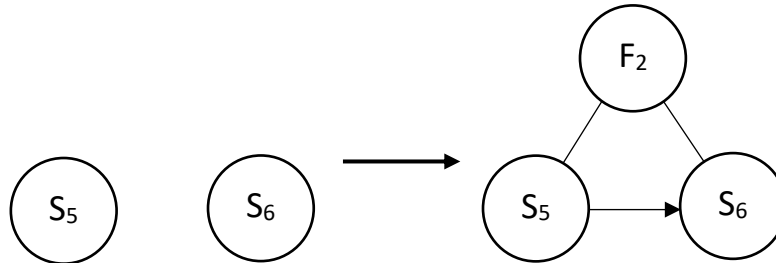


Figura 4.26 - Registos de conformidade inexistentes - Sistema final

a) ASPECTO DAS LATAS À SAÍDA DO PASTEURIZADOR & SECADOR. Tabela com colunas de hora (01H a 08H) e linhas de verificação (LATAS SECAS, LATAS SEM ANELHAS, etc.).

b) CONTROLO da PRIMEIRA PALETTE de PROD. Tabela com colunas de hora e linhas de verificação (REFERÊNCIA, HORA da 1ª palleta, etc.).

c) ASPECTO DAS LATAS À SAÍDA DA ENCHEDORA. Tabela com colunas de hora (08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16) e linhas de verificação (LATAS LIMPAS, etc.).

d) ASPECTO DOS PACKS / TABULEIROS. Tabela com colunas de hora e linhas de verificação (REFERÊNCIA EM PRODUÇÃO, HORA DE CONTROLO, etc.).

Figura 4.27 – Exemplos de registos de conformidade

- da despaletizadora e inspetor 2
- da paletizadora e envolvedora
- da enchedora, pasteurizador e inspetor 1
- das embaladoras

- Inexistência de material de limpeza**

A inexistência de material de limpeza à disposição dos operadores e num local de rápido acesso impede os operadores de manterem o local de trabalho em condições ideais em termos de limpeza e organização. Um local de trabalho desorganizado e sem rotinas de limpeza e arrumação resulta num decréscimo de eficiência da linha de enchimento e numa redução da motivação por parte dos operadores que constituem a mesma.

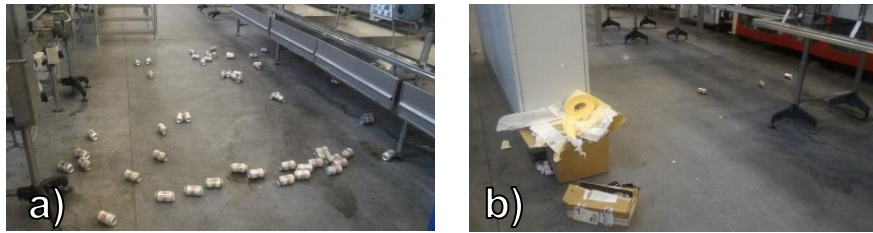


Figura 4.28 - Exemplos de falta de condições de limpeza e organização

- a) Exemplo 1 – Latas caídas
- b) Exemplo 2 – Matérias primas desorganizadas

Aplicando a análise substância-campo, considerou-se o operador de cada posto de trabalho como substância S_7 e a limpeza do mesmo como substância S_8 . Não existindo uma força que ligue as duas substâncias, estamos perante um sistema incompleto, representado na figura 4.29.

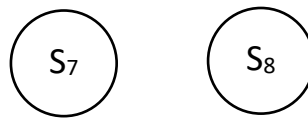


Figura 4.29 - Inexistência de material de limpeza - Sistema incompleto

A solução a aplicar num sistema incompleto é a solução geral 1, que corresponde à implementação de um campo F que ligue as duas substâncias. De maneira a permitir que cada operador assegure a limpeza do seu respetivo posto de trabalho, o campo aplicado corresponde à instalação de postos de limpeza ao longo da linha, exemplificados na figura 4.30. O sistema final está representado na figura 4.31.



Figura 4.30 - Exemplo de um posto de limpeza

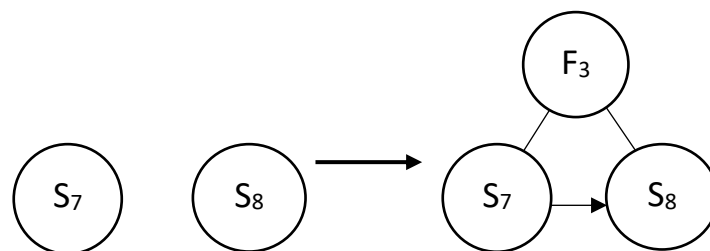


Figura 4.31 - Inexistência de material de limpeza - Sistema final

- **Inexistência ou inutilização de zonas de armazenamento de matérias-primas e ferramentas**

Os postos afetados por este problema são o posto 3, que corresponde às embaladoras e empacotadora, e o posto 4, que corresponde à paletizadora e envolvedora.

No posto 3, o maior problema em termos de armazenamento incide na inutilização das estantes com suportes existentes para organização das peças de formato, apresentadas na figura 4.32.

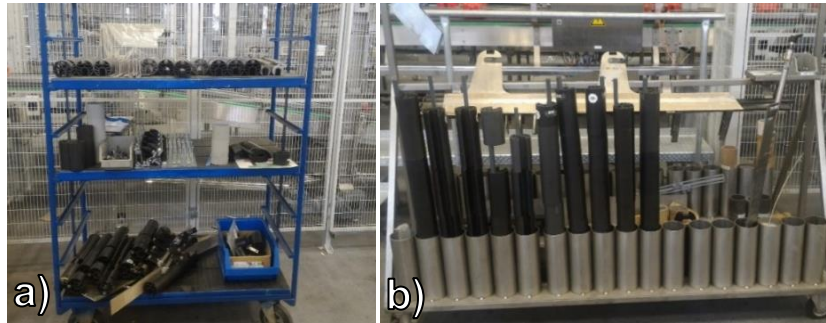


Figura 4.32 - Estantes e suportes existentes para armazenamento
a) Estante para armazenamento de peças de formato
b) Suportes para peças de formato da embaladora OCME VEGA

Exemplos da inutilização das estantes são apresentados na figura 4.33.



Figura 4.33 - Exemplos da inutilização das zonas de armazenamento
a) Exemplo 1
b) Exemplo 2

A inutilização destes suportes e a desorganização das peças de formato resulta num aumento dos tempos de preparação para trocas de formato, o que leva a um decréscimo da produtividade do equipamento.

Assim sendo, utilizando a análise substância-campo, considerou-se a substância S₉ o operador do posto de trabalho, a substância S₁₀ as trocas de formato das embaladoras e o campo F as estantes com suportes para as peças de formato. Estes 3 elementos formam um sistema ineficiente, como representado na figura 4.34.

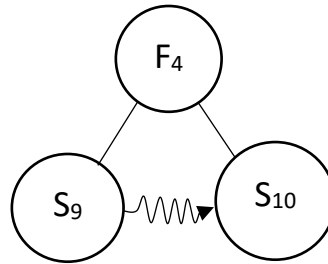


Figura 4.34 - Inutilização de zonas de armazenamento no posto 3 – Sistema ineficiente

De maneira a resolver esta ineficiência do sistema, foi aplicada a solução geral 4, que corresponde à alteração do campo existente. A alteração do campo consistiu nas seguintes propostas de melhoria:

- Zonas específicas para cada peça de formato;
- Etiquetagem de cada zona.

A definição de zonas específicas para armazenagem de cada peça de formato e respetiva etiquetagem, permite a redução de tempos de *setup*, que, de acordo com a figura 3.17, corresponde a cerca de 22% de todos os tempos de paragem da linha de enchimento. A estante de armazenamento final, após a realização da etiquetagem, está apresentada na figura 4.35 e, por sua vez, o sistema final está representado na figura 4.36.



Figura 4.35 - Estante de armazenamento após etiquetagem

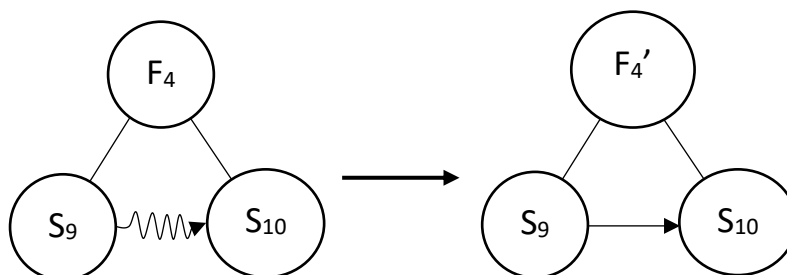


Figura 4.36 - Inutilização de zonas de armazenamento no posto 3 – Sistema final

No posto 4 o problema recaía no armazenamento e organização dos rolos de filme utilizados para envolver as paletes de produto final. Nesta situação o sistema é incompleto, uma vez que as substâncias, operador como S_{11} e troca de produto na envolvedora como S_{12} , não dispõem de uma força que as conecte. Desta forma, o sistema está representado na figura 4.37.

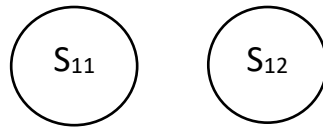


Figura 4.37 - Inutilização de zonas de armazenamento no posto 4 – Sistema incompleto

Sendo o sistema em análise um sistema incompleto, a solução a aplicar é a implementação de um campo que ligue as duas substâncias. A solução obtida foi a implementação de uma estante com suportes circulares junto à envolvedora (ver figura 4.38), que permite uma troca de matéria-prima mais eficiente, com menor tempo de paragem do equipamento.



Figura 4.38 - Estante com suportes circulares

O sistema final está representado na figura 4.39.

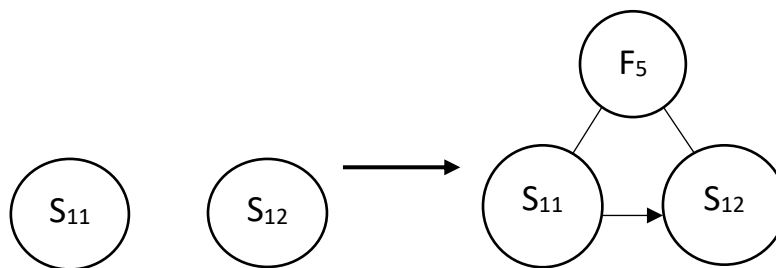


Figura 4.39 - Inutilização de zonas de armazenamento no posto 4 – Sistema final

4.3.1. Resultados da aplicação do 5S

Aplicadas as melhorias propostas, foi realizada uma auditoria final de maneira a avaliar o impacto das mesmas na organização e limpeza da linha de enchimento. A figura 4.40 apresenta a avaliação final de cada posto de trabalho. Os resultados pormenorizados para cada posto de trabalho estão disponíveis no anexo IV.

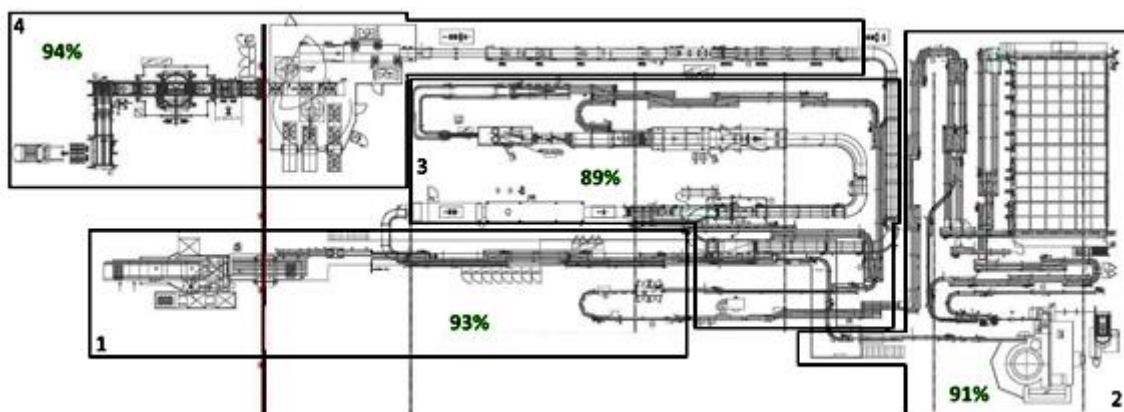


Figura 4.40 - Resultados da auditoria final de 5S

A representação percentual das melhorias implementadas está apresentada na tabela 4.21.

Tabela 4.21 - Melhorias obtidas através da implementação do 5S

	Auditoria inicial (%)	Auditoria final (%)	Melhoria (%)
Posto 1	80	93	11,6
Posto 2	85	91	9,3
Posto 3	74	89	12,0
Posto 4	80	94	11,8

5. Conclusões e Perspetivas de trabalho futuro

Neste capítulo é resumida a análise realizada ao longo de todos os capítulos anteriores, expondo os resultados obtidos e as conclusões deduzidas a partir das metodologias aplicadas. Para finalizar, são apresentadas recomendações para trabalhos futuros que potenciem a continuidade do trabalho desenvolvido.

5.1. Conclusões

A forte concorrência entre o setor industrial nacional e setores industriais de países com custos operacionais mais baixos impõe a necessidade de inovar e de adotar novas abordagens, de forma a corresponder às exigências cada vez mais elevadas dos clientes. É nesse contexto que surge a aplicação conjunta da filosofia *Lean* e da TRIZ, que possibilita a redução de desperdícios e o aumento da eficiência e produtividade, através de métodos progressistas.

A primeira fase do estudo incidiu na análise do processo de enchimento, incluindo paragens de equipamentos, tempos de *setup*, sequência de atividades efetuadas durante os diversos *setups* existentes e todos os conceitos e atividades fundamentais associados ao processo de enchimento de latas na linha. Para além dessa análise realizada, foi imperativo aprofundar os conhecimentos da filosofia *Lean* e TRIZ antes de qualquer implementação de metodologias. Para tal, foram consultadas dissertações, livros e artigos cujo tema incidisse nas metodologias a abordar.

Na análise inicial foi realizado um diagrama de Pareto com os tempos de paragem totais de cada equipamento, tendo sido estes registados pelo operador da enchedora, através de folhas de registo específicas. A observação do diagrama permitiu constatar a existência de inúmeros desperdícios ao longo do processo, com diversas paragens desnecessárias ou excessivas dos equipamentos. Os tipos de paragem com mais influência no tempo total de *standby* da linha foram:

- Tarefas organizacionais, que correspondem a tarefas relativas à organização da linha e a atividades desempenhadas por departamentos externos ao enchimento, como logística e qualidade;
- Trocas, que correspondem às paragens da linha resultantes de trocas de formato e produto;
- Outras paragens, que representam paragens devido a avaria de transportadores e máquinas não especificadas.

Estes três tipos de paragem originam 62% do tempo de paragem da linha.

Definidos 3 aspetos a abordar no estudo a realizar, seguiu-se a identificação dos pontos críticos a melhorar. De maneira a identificar os parâmetros prioritários da linha a desenvolver e a melhorar, realizou-se um *brainstorming* com um grupo heterogéneo de trabalhadores da fábrica, incluindo o chefe de enchimento, o chefe de engenharia, estagiários de engenharia e operadores

da linha. Deste *brainstorming* resultaram os 8 parâmetros considerados mais importantes na linha de enchimento. Com os 8 parâmetros deliberados no passo anterior, construiu-se a Matriz Idealidade, que é uma metodologia TRIZ que permite quantificar a idealidade do processo e identificar os parâmetros com mais influência na mesma. Identificou-se os “*Setups*” e os “*Custos*” como os parâmetros mais relevantes para uma eventual melhoria do valor da idealidade.

De forma a complementar os parâmetros escolhidos no passo precedente, adaptou-se os parâmetros à Matriz de Contradições, uma ferramenta da TRIZ que permite a seleção de princípios inventivos e inovadores que melhor se adequam aos problemas em causa. Da implementação desta metodologia resultou como métodos de melhoria a Ação Prévia e Continuidade de Ação Útil, sendo que ambos se revêm na aplicação de uma ferramenta do *Lean*, denominada SMED.

Previamente à aplicação do SMED, foi necessário realizar uma análise de prioridades dos tipos de *setup*, devido à existência de uma grande quantidade dos mesmos. Para tal, foi tido em conta os tempos médios de duração e a frequência de ocorrência de cada um. Definidos os 3 tipos de *setup* a melhorar, implementou-se a metodologia SMED, que tem como objetivo principal a redução dos tempos de paragem de máquinas para trocas de formato e de produto. Seguindo uma metodologia específica, as 3 mudanças de formatos foram aperfeiçoadas, tendo-se obtido reduções de tempos de *setup* de 60% a 70%, dependendo do *setup*, e reduções das movimentações dos operadores de 26,2%, apenas para o 3º *setup* analisado. Os resultados pormenorizadores estão representados nas tabelas 4.17 e 4.18.

De maneira a normalizar os *setups* e a reduzir a variação entre turnos, foram elaborados diversos documentos de apoio ao operador, como manuais de trocas de formato, *checklists*, e instruções de trabalho.

Outro dos pontos a abordar foi a organização e gestão da linha. Para tal, empregou-se a metodologia *Lean* 5S, que visa a redução de desperdícios, o controlo e organização do local de trabalho e o acréscimo de produtividade da linha. Algo imediatamente visível foi a pré-existência de conceitos base de 5S na linha, como a separação de resíduos, existência de locais de armazenamento específico e marcação dos mesmos, fardamento adequado e a inexistência de materiais e ferramentas inutilizados no local de trabalho. No entanto, observou-se, através de uma auditoria de 5S e com recurso a uma *checklist*, diversos pontos críticos a melhorar:

- Organização das mesas de trabalho;
- Registos de conformidade e standards de qualidade inexistentes ou com lacunas;
- Inexistência de material de limpeza, o que leva a uma limpeza geral do posto deficiente;
- Inexistência ou inutilização de zonas de armazenamento de matérias-primas e ferramentas;

De maneira a determinar os métodos de resolução dos problemas identificados, recorreu-se a outra metodologia TRIZ, denominada Análise Substância-Campo, que, através de 7 soluções

gerais, permite o desenvolvimento de soluções específicas para cada problema. Aplicando a metodologia aos pontos críticos listados, obtiveram-se as seguintes soluções:

- Organização dos painéis de gestão visual na mesa de trabalho da enchedora, mantendo apenas a informação essencial ao bom funcionamento do posto de trabalho. Organização das mesas de trabalho dos restantes postos da linha;
- Inserção de registos de conformidade nas folhas de registo de todos os postos de trabalho;
- Colocação de postos de limpeza ao longo da linha de enchimento;
- Organização e etiquetagem do local de armazenamento das peças de formato das embaladoras. Colocação de estante de armazenamento com suportes circulares na envolvente.

A aplicação das soluções permitiu uma melhoria nos resultados das auditorias de 5S de 9% a 12%, dependendo do posto de trabalho. Os resultados ao pormenor estão expostos na tabela 4.21.

Aplicadas as soluções, é primordial o acompanhamento das mesmas, monitorizando os parâmetros associados e mantendo a procura pela melhoria contínua, evitando a estagnação em termos de melhoria de processos.

A utilização de metodologias *Lean* e TRIZ relevou-se essencial para a identificação e resolução de problemas presentes na linha, potenciando a redução e eliminação de desperdícios através de soluções inovadoras. No entanto, o sucesso futuro da aplicação destas ferramentas está dependente da motivação dos trabalhadores e da sua vontade em melhorar e quebrar as suas rotinas.

É fundamental exaltar que, ao longo do estudo realizado, surgiram diversas dificuldades e barreiras à aplicação das metodologias TRIZ e SMED, fortificadas pela resistência à mudança por parte dos operadores e chefe de fábrica. No entanto, a aplicação destas ferramentas revelou-se benéfica tanto em termos de produtividade e eficiência da linha como em termos motivacionais, permitindo uma evolução constante de confiança e motivação que, por sua vez, promoveu um ambiente propício a melhorias e a argumentação de soluções para os problemas críticos dos postos de trabalho.

5.2. Perspetivas de trabalho futuro

É essencial dar continuidade ao trabalho desenvolvido, mantendo a procura pela perfeição e melhoria contínua. Para tal, podem ser identificadas diversas recomendações de trabalho futuro.

A primeira recomendação é a melhoria dos restantes tipos de *setup* existentes na linha utilizando a metodologia SMED, uma vez que apenas foram considerados três tipos de formatos na aplicação da ferramenta.

Outra recomendação é a realização de auditorias periódicas de 5S, de maneira a garantir a continuidade dos aperfeiçoamentos realizados e a implementação de novas melhorias.

Outra sugestão a considerar seria a extrapolação das medidas implementadas na linha de enchimento 94 para as restantes linhas de enchimento e para as demais áreas constituintes da fábrica, como logística e qualidade, adaptando as metodologias utilizadas a cada situação e departamento.

Uma ação que enriqueceria tanto a empresa como os seus trabalhadores seria ações de formação de *Lean* aos operadores envolvidos no processo de enchimento, promovendo os benefícios da aplicação das ferramentas analíticas.

Um ponto a abordar no futuro seria o estudo do parâmetro “Custos” da linha de enchimento, parâmetro esse que não foi possível desenvolver devido a limitações em termos de disponibilidade de dados.

Por último, um estudo que beneficiaria consideravelmente a empresa seria a análise pormenorizada do plano semanal de produção, procurando minimizar o desperdício de tempo inerente às trocas de formato e produto.

Bibliografia

- Altshuller, G. (1999). *The innovation algorithm: TRIZ, systematic innovation and technical creativity*. USA: Worcester. Technical Innovation Center, Inc.
- Al-Aomar, R. (2011). *Applying 5S lean technology: an infrastructure for continuous process improvement*. *International Scholarly and Scientific Research & Innovation*, 5(12), 2645-2650.
- Costa, E. da, Sousa, R., Bragança, S. & Alves, A. (2013). *An industrial application of the SMED methodology and other lean production tools*. 4th International Conference on Integrity, Reliability and Failure of Mechanical Systems, 1(1), 1–8. <https://doi.org/10.13140/2.1.2099.5525>
- Cruz, I. (2011). *Portuguese Agro-food Sector*. Portugal Foods. Portugal: Maia.
- de Carvalho, M., & Back, N. (2001). *Uso dos Conceitos Fundamentais da TRIZ e do Método dos Princípios Inventivos no Desenvolvimento de Produtos*. 3º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto. Disponível em <http://www.decarvalho.eng.br/macartigoiiicbgdp.pdf>, acedido a 14 de agosto de 2017.
- Fey, V. & Rivin, E. (1997). *The Science of Innovation: A Managerial Overview of TRIZ Methodology*. EUA: Southfield. TRIZ Group, 15, 100-102. [https://doi.org/10.1016/S0737-6782\(98\)90032-7](https://doi.org/10.1016/S0737-6782(98)90032-7)
- FIPA (2016). *Dados Macroeconómicos*. FIPA - Federação das Indústrias Portuguesas Agro-alimentares. Disponível em <http://www.fipa.pt/estatisticas/dados-macroeconomicos-industria-alimentar>, acedido a 3 de setembro de 2017.
- Flumerfelt, S., Kahlen, F., & Alves, A. (2017). *Transdisciplinary Perspectives on Complex Systems*. Switzerland: Cham. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-38756-7>
- FoodDrink Europe, (2016). *Data & Trends – EU Food and Drink Industry*. FoodDrink Europe. Disponível em https://www.fooddrinkeurope.eu/uploads/publications_documents/FoodDrinkEurope_Economic_Bulletin_Q1_2017.pdf, acedido a 3 de setembro de 2017.
- Gomes, A. (1990). *Qualidade na Indústria Agro-Alimentar*. Associação Industrial Portuense. Portugal: Porto.
- Hicks, B. (2007). *Lean information management: Understanding and eliminating waste*. *International Journal of Information Management*, 27(4), 233–249. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2006.12.001>. Agosto 2007.

- Mcintosh, R., Culley, S., Gest, G., Mileham, T. & Owen, G. (1996). *An assessment of the role of changeover performance*. International Journal of Operations & Production Management, 16(9), 5-22. <https://doi.org/10.1108/01443579610125552>.
- Melton, T. (2005). *The Benefits of Lean Manufacturing*. Chemical Engineering Research and Design, 83(6), 662–673. <https://doi.org/10.1205/cherd.04351>. Junho 2005.
- Nakagawa, M. (2017). *Ferramenta: 5S para empreendedores*. Movimento Empreenda. Disponível em http://cms-empreenda.s3.amazonaws.com/empreenda/files_static/arquivos/2012/08/21/ME_5S.PDF, acessado a 3 de agosto de 2017.
- Navas, H. (2013). *TRIZ: design problem solving with systematic innovation - Advances in industrial design engineering*. Intech, 75–97. <https://doi.org/10.5772/55979>.
- Navas, H. (2014a). *Fundamentos do TRIZ Parte III - Contradições Técnicas e Físicas*. Inovação e Empreendedorismo. Grupo Editorial - Vida Económica, (Nº 52, pp. 3). Maio 2014.
- PAC (2013). *5S / Visual Workplace Handbook*. PAC - Production Automation Corporation. Disponível em <https://www.gotopac.com/media/pdf/articles/5S-Handbook.pdf>, acessado a 27 de julho de 2017.
- Pinto, J. (2008). *Lean Thinking - Introdução ao pensamento magro*. Comunidade Lean Thinking, 159–163. <https://doi.org/10.1002/9780470759660.ch27>. Julho 2008.
- Rifkin, J. (1995). *The End of Work: The Decline of the Global Labor Force and the Dawn of the Post-Market Era*. EUA: Nova Iorque. Putnam Publishing Group. pp. 66, 75.
- Savransky, S. (2000). *Engineering of Creativity*. EUA: Nova Iorque. CRC Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.
- Shingo, S. (1985). *A revolution in manufacturing: the SMED system*. EUA: Portland. Productivity Press.
- Silva, J. (1996). *O ambiente da qualidade na prática - 5S*. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni. Brasil: Belo Horizonte.
- Slocum, M. (2014). *Use the Eight Patterns of Evolution to Innovate*. The TRIZ Journal. Disponível em <https://triz-journal.com/innovation-methods/innovation-triz-theory-inventive-problem-solving/use-eight-patterns-evolution-innovate/>, acessado a 29 de agosto de 2017.
- Srinivasan, R., & Kraslawski, A. (2006). *Application of the TRIZ creativity enhancement approach to design of inherently safer chemical processes*. Chemical Engineering and Processing: Process Intensification, 45(6), 507–514. <https://doi.org/10.1016/j.cep.2005.11.009>.
- Terninko, J., Zusman, A., & Zlotin, B. (1998). *Systematic innovation: an introduction to TRIZ (theory of inventive problem solving)*. EUA: Nova Iorque. CRC press.

- Terninko, J, Domb, E, & Miller, J. (2007). *The Seventy-Six Standard Solutions, with Examples*, The TRIZ Journal. Disponível em <https://triz-journal.com/seventy-six-standard-solutions-examples-section-one/>, acessado a 17 de agosto de 2017.
- Trietsch, D. (1992). *Some Notes on the Application of Single Minute Exchange of Die (SMED)*. Naval postgraduate school. EUA: Monterey. <https://doi.org/10.4135/9781452276335.n310>. Julho 1992.
- Van Goubergen, D., & Van Landeghem, H. (2002). *Rules for integrating fast changeover capabilities into new equipment design*. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 18(3–4), 205–214. [https://doi.org/10.1016/S0736-5845\(02\)00011-X](https://doi.org/10.1016/S0736-5845(02)00011-X). Junho/Agosto 2002.
- Womack, J. & Jones, D. (2003) *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. Action learning: Research and practice*. EUA: Nova Iorque. Free Press. <https://doi.org/10.1080/14767330701233988>.
- Womack, J., Jones, D. & Roos, D. (1990). *The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production*. EUA: Nova Iorque. Free Press.

Tabela I.3 - Tempos de atividades para o setup Troca de produto - Refrigerante (Continuação)

	Formato	Amostra	Atividades																	Total (min)
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Troca prod. – Refrig.	B24SH P	3	9	5	53															67
		4	13	5	56															74
		Média	10,2	5,2	50,7															66,1

Tabela I.4 - Tempos de atividades para o setup Troca de produto - Cerveja

			Atividades																	Total (min)
	Formato	Amostra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Troca de produto - Cerveja	HS MP	1		6		12													18	
		2		8		22													30	
		3		6		8													14	
		4		4		10													14	
		5		5		10													15	
		6		7		13													20	
	P24 P	1		4		8													12	
		2		2		8													10	

Tabela I.5 - Tempos de atividades para o setup Troca de produto – Cerveja (Continuação)

		Atividades																	Total (min)
Formato	Amostra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Troca de produto - Cerveja	P24 P	3	4		13														17
		4	4		7														11
		5	3		10														13
		6	8		17														25
	P12 P	1	3		12														15
		2	4		7														11
		3	5		20														25
		4	6		9														15
		5	3		22														25
		6	9		18														27
		7	6		14														20
		8	7		16														23
		9	5		10														15
		10	4		16														20
		11	2		8														10
		12	5		19														24
	B24SH P	1	11		22														33
		2	7		20														27

Tabela I.6 - Tempos de atividades para o setup Troca de produto – Cerveja (Continuação)



	Formato	Amostra	Atividades																	Total (min)
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Troca de produto - Cerveja	B24SH P	3		4		18														22
		4		7		29														36
	P12 MP	1		3		10														13
		2		6		6														12
		3		4		11														15
		4		5		12														17
	B4x6 P	1		7		19														26
		2		5		26														31
		3		8		19														27
		4		8		13														21
		Média		5,4		14,3														19,7

Tabela I.7 - Tempos de atividades para o *setup* Troca de formato - HS MP para P12 P

	Formato	Amostra	Atividades																	Total (min)
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Troca formato Cerveja	HS MP - P12 P	1		7		11	4			11	18	17		1				23	3	95
		2		4		13	5			7	21	13		1				0	6	70
		3		3		9	5			7	16	18		1				8	5	72
		4		4		15	5			9	28	22		2				17	3	105
		5		4		17	4			7	24	14		1				23	4	98
		6		6		13	5			11	19	18		1				19	4	96
		Média		4,7		13,0	4,7			8,7	21,0	17,0		1,2				15,0	4,2	89,3

Anexo II. Instruções de trabalho

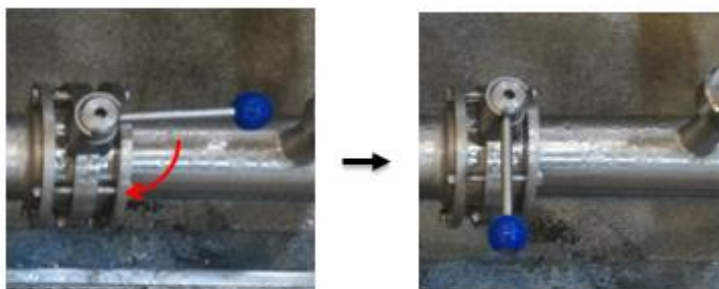
Instrução de trabalho para troca de produto na enchedora

IT090564 – INSTRUÇÕES DE TRABALHO		
Dpto. De Enchimento/Qualidade		
 FONT SALEM	Troca de produto Enchedora Mudança de Produto L94	

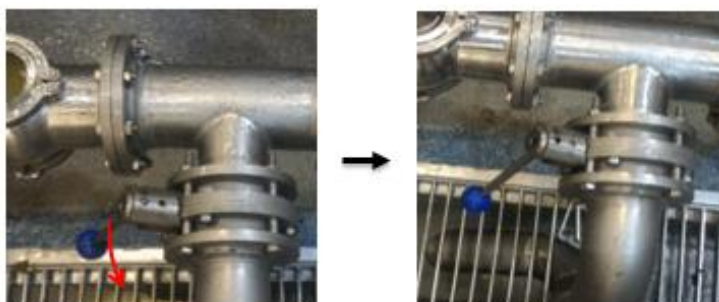
Recorde-se que deve respeitar sempre a sua Segurança e as normas de Segurança alimentar estabelecidas na Empresa.

Enchedora

- 1) Fechar passagem de xarope das tubagens para a enchedora, puxando a alavanca azul 1 para uma posição perpendicular em relação à tubagem;



- 2) Purgar a tubagem, puxando a alavanca azul 2 para a direita;



- 3) Purgar a cuba, movendo a alavanca preta para a esquerda;

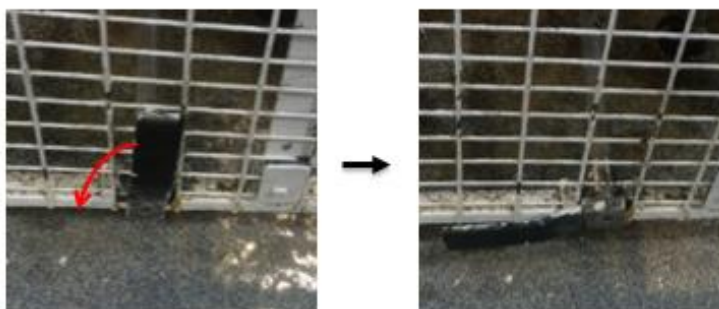


Figura II.1 - Instrução de trabalho para troca de produto na enchedora

IT090564 – INSTRUÇÕES DE TRABALHO		
Dpto. De Enchimento/Qualidade		
 FONT SALEM	Troca de produto Enchedora Mudança de Produto L94	

- 4) Assim que purga da tubagem terminar, empurrar alavanca azul 2 para esquerda;




- 5) Pedir à xaroparia para enviar água limpa para Enxaguamento/CIP;
6) Puxar novamente alavanca 2 para a direita e esperar que saia água da tubagem;



- 7) Abrir torneira de amostras e verificar que água nas tubagens é limpa;



IT090564 – INSTRUÇÕES DE TRABALHO		
Dpto. De Enchimento/Qualidade		
 FONT SALEM	Troca de produto Enchedora Mudança de Produto L94	



- 8) Puxar alavanca 2 para cima e alavanca 1 para a direita, levando a água limpa para a enchedora;



- 9) Terminar purga da cuba, empurrando alavanca preta 3 para cima;



- 10) Fechar CO2 ou Nitrogénio, consoante produção anterior;

IT090564 – INSTRUÇÕES DE TRABALHO		
Dpto. De Enchimento/Qualidade		
 FONT SALEM	Troca de produto Enchedora Mudança de Produto L94	 Damm



11) Acionar manivela de CIP;



12) No painel:

- Rodar “Limpeza CIP” para 1;
- Rodar “Comando Ar Prévio” para 1;
- Rodar o seletor rotativo para a direita para escolher o programa desejado;
- Rearmar máquina, se necessário:
 - Pressionar “Programa ligado”;
 - Pressionar “Transportador de entrada ligado”;
 - Pressionar “Transportador de saída ligado”;
 - Pressionar “Rearme de paragem de emergência”;
 - Pressionar “Reconhecer alarmes”;
 - Pressionar “Acionamento ligado”;

IT090564 – INSTRUÇÕES DE TRABALHO		
Dpto. De Enchimento/Qualidade		
 FONT SALEM	Troca de produto Enchedora Mudança de Produto L94	



- 13) Enquanto enchedora executa o enxaguamento/CIP, lavar manualmente a cravadora, o exterior da enchedora e os transportadores de entrada e saída;
- 14) Empurrar latas dentro do pasteurizador para ganhar espaço entre produções;
- 15) Parar CIP:
 - Rodar "Limpeza CIP" para 0;
 - Rodar "Comando Ar Prévio" para 0;
 - Rodar seletor rotativo para 0;



IT090564 – INSTRUÇÕES DE TRABALHO		
Dpto. De Enchimento/Qualidade		
 FONT SALEM	Troca de produto Enchedora Mudança de Produto L94	

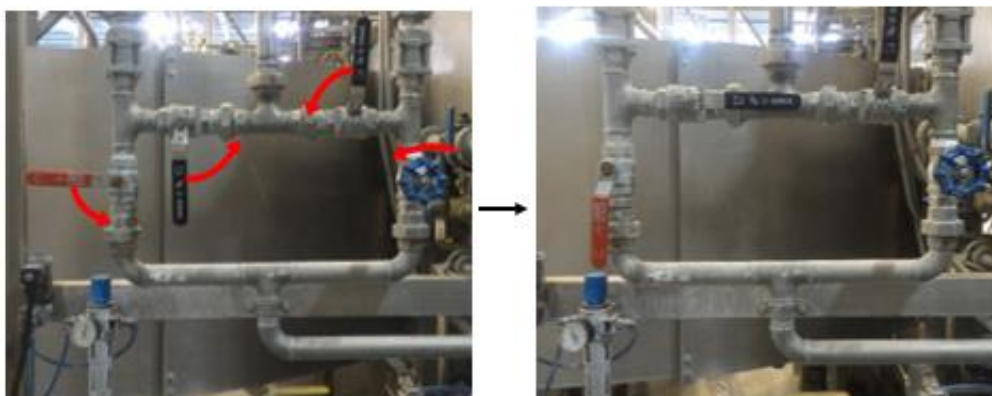
16) Puxar alavanca azul 1 para uma posição perpendicular ao tubo;




17) Puxar alavanca preta 3 para a esquerda para drenar cuba;



18) Fechar manivelas do CIP e abrir CO2 ou Nitrogénio, consoante produção a realizar;



IT090564 – INSTRUÇÕES DE TRABALHO		
Dpto. De Enchimento/Qualidade		
 FONT SALEM	Troca de produto Enchedora Mudança de Produto L94	



19) Alterar programa do multichек e do inspetor nº1;



20) Realizar o teste passa/Não passa no inspetor nº1;



21) Alterar programa do pasteurizador, se necessário;

IT090564 – INSTRUÇÕES DE TRABALHO		
Dpto. De Enchimento/Qualidade		
 FONT SALEM	Troca de produto Enchedora Mudança de Produto L94	

- 22) Contactar xaroparia para envio de xarope para as tubagens;
23) Puxar alavanca azul 2 para direita e esperar que xarope apareça na tubagem. Após aparecer, deixar purgar um pouco mais e empurrar alavanca para a posição inicial;



- 24) Alavanca azul 1 para direita e deixar cuba purgar um pouco;



- 25) Empurrar alavanca preta para cima;



- 26) Verificar brix e fazer ajustes se necessário;
27) Iniciar produção. No painel:
- Pressionar “Programa ligado”;
 - Pressionar “Transportador de entrada ligado”;

IT090564 – INSTRUÇÕES DE TRABALHO		
Dpto. De Enchimento/Qualidade		
 FONT SALEM	Troca de produto Enchedora Mudança de Produto L94	

- Pressionar “Transportador de saída ligado”;
- Pressionar “Rearme de paragem de emergência”;
- Pressionar “Reconhecer alarmes”;
- Pressionar “Acionamento ligado”;
- Se necessário, pressionar botão verde junto ao transportador de entrada da enchedora;



- 28) Encher 100 latas e fechar entrada da enchedora;
- 29) Análise de brix/CO2/Oxigênio/Acidez por parte da analista;
- 30) Após verificar que tudo está OK, retomar produção.

Checklist para troca de produto na enchedora

Tabela II.1 - Checklist para troca de produto na enchedora

Checklist Dpto. De Enchimento/Qualidade		
 FONT SALEM	Checklist Troca produto Enchedora	



De produto:	
Para produto:	



Passo	Sim	Não aplicável
Fechar passagem de xarope das tubagens para enchedora		
Purgar a tubagem		
Purgar a cuba		
Pedir à xaroparia envio de água para CIP/Enxaguamento		
Purgar tubagem até chegada de água		
Envio de água das tubagens para a enchedora		
Fechar CO2/Nitrogénio		
Abrir manivela de CIP		
Iniciar CIP no painel da enchedora		
Lavar manualmente a cravadora, exterior da enchedora e transportadores		
Empurrar latas no pasteurizador para ganhar espaço entre produções		
Parar CIP		
Fechar passagem de água das tubagens para enchedora		
Purgar a cuba		
Fechar manivela do CIP e abrir CO2/Nitrogénio		
Alterar programa do multichек e do inspetor nº1		
Realizar o teste Passa/Não passa		
Alterar programa do pasteurizador		
Contactar xaroparia para envio de xarope para a enchedora		
Purgar tubagem até chegada do xarope		
Envio de xarope das tubagens para a enchedora		
Iniciar produção		

Instrução de trabalho para troca de lata na despaletizadora

IT090568 – INSTRUÇÕES DE TRABALHO		
Dpto. De Enchimento/Qualidade		
 FONT SALEM	TROCA DE PRODUTO NA DESPALETIZADORA	

Recorde-se que deve respeitar sempre a sua Segurança e as normas de Segurança alimentar estabelecidas na Empresa.

Procedimento

Finalizar produto anterior

- 1) Se for refrigerante, comunicar com xaropeiro para saber ao certo a quantidade de fiadas a entrar na linha;
- 2) Após a ultima fiada entrar, parar a máquina enquanto ou após empurrador retroceder para posição inicial;



- 3) Puxar latas em espera na entrada do transportador;
- 4) No painel, voltar ao menu principal pressionando "Anterior";
- 5) Pressionar "Saída de latas", passar transportador para "Manual" e manter pressionado "Marcha Manual";
- 6) Após latas passarem para transportador do vácuo, passar transportador de volta para "Automático";



Figura II.2 - Instrução de trabalho para troca de lata na despaletizadora




- 7) Empurrar últimas latas no transportador até à rinser, de maneira a evitar espaçamento entre as mesmas;

REFRIGERANTE – Retroceder com paleta incompleta

- 8) No painel, pressionar “Empurra Atras” para recuar com empurrador e “Extrator Frente” para colocar a aranha na posição standard;
- 9) Pressionar “Parede Atras” para recuar com paredes da despaletizadora e “Elevador Baixar” para descer a paleta incompleta até ao tapete de entrada/saída;
- 10) Pressionar “Anterior” e, no menu principal, pressionar em “Transporte Entrada”;



- 11) Passar tapete de “Automático” para “Manual” e passar os outros 2 seletores para “Barreira Ativada” e “Paleta Atrás”;
- 12) Manter pressionado “M5 atrás” até “M1 atrás”, à medida que paleta for recuando no tapete de entrada/saída;

IT090568 – INSTRUÇÕES DE TRABALHO		
Dpto. De Enchimento/Qualidade		
 FONT SALEM	TROCA DE PRODUTO NA DESPALETIZADORA	



- 13) Assim que paleta for recolhida pelo empilhador, passar os 2 seletores de volta para "Barreira Desativada" e "Paleta Frente" e, finalmente, transporte de entrada para "Automático";



Carregamento da linha

- 14) Colocar paletes no tapete de entrada;
15) Rearmar e colocar despaletizadora em automático;



Checklist de ferramentas e peças de formato

Tabela II.2 - Checklist de ferramentas e peças de formato

Checklist Dpto. De Enchimento/Qualidade				
	Checklist Ferramentas/PF OCME VEGA			
<div>De formato: <input type="text"/></div> <div>Para formato: <input type="text"/></div>				
<input type="checkbox"/>				
Peça	Aplicável a	Sim	Não aplicável	
Peças de formato	 Todos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Separadores laterais e central	 P6, P12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Chapas oscilantes	 P6, P12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Calibre distanciador	 Todos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Pinos	 Todos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Chapa dentada	 Todos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Separadores empurrador	 Todos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ferramenta	Sim	Não		
Chaves combinada nº 17 (2 unidades)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Chaves sextavada nº 5, 6 e 8		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Anexo III. Diagramas de esparguete

Diagrama de esparguete inicial

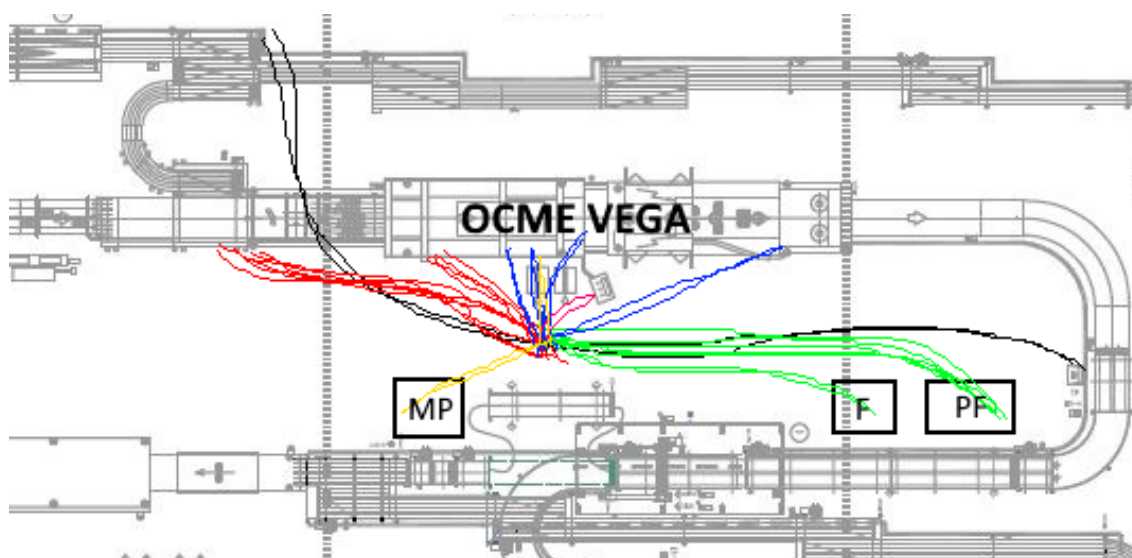


Figura III.1 - Diagrama de esparguete inicial

Diagrama de esparguete final

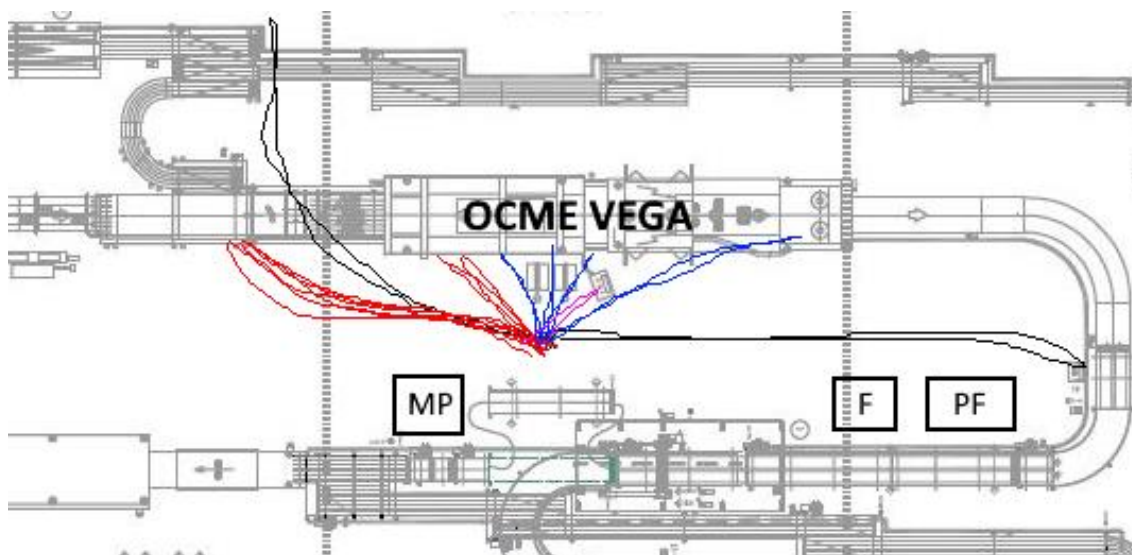




Figura III.2 - Diagrama de esparguete final

Anexo IV. Resultados da auditoria 5S

Auditorias iniciais



Tabela IV.1 - Checklist inicial para despaletizadora e inspetor 2

Checklist Dpto. De Enchimento/Qualidade		
 FONT SALEM	Checklist Auditoria 5S	

Posto de trabalho	Despaletizadora e Inspetor 2
Data	14-02-2017

S	Critério	Avaliação
Utilização	Todos os equipamentos e materiais são utilizados?	4
	O local de trabalho não apresenta objetos pessoais?	2
	O material necessário está presente na zona de trabalho?	4
	Todos os corredores estão devidamente sinalizados?	4
Organização	As ferramentas e materiais encontram-se nos locais corretos de armazenamento?	4
	Existem áreas específicas de armazenamento para cada material e ferramenta?	4
	A mesa de trabalho encontra-se, de um modo geral, arrumada e organizada?	2
	As zonas de armazenamento encontram-se identificadas?	4
Limpeza	Existem materiais de limpeza?	2
	A área de trabalho está limpa?	1
	Os corredores encontram-se desimpedidos?	1
	É realizada a separação de resíduos?	4
	Existem <i>checklists</i> de limpeza?	2
Normalização	Existem registos de não conformidade do produto?	4
	Existe <i>standard</i> de qualidade do produto?	4
	Zonas e elementos de segurança estão definidos?	4
	Existe uma ordem de trabalho?	4
Disciplina	Os operadores recebem formação de 5S?	2
	Existem folhas de registos de ocorrências?	4
	Os operadores utilizam o fardamento adequado?	4
Total		64
Percentagem		80%



Tabela IV.2 - Checklist inicial para enchedora, pasteurizador e inspetor 1

Checklist		
Dpto. De Enchimento/Qualidade		
 FONT SALEM	Checklist Auditoria 5S	

Posto de trabalho	Enchedora, Pasteurizador e Inspetor 1
Data	15-02-2017

S	Crítério	Avaliação
Utilização	Todos os equipamentos e materiais são utilizados?	4
	O local de trabalho não apresenta objetos pessoais?	2
	O material necessário está presente na zona de trabalho?	2
	Todos os corredores estão devidamente sinalizados?	4
Organização	As ferramentas e materiais encontram-se nos locais corretos de armazenamento?	4
	Existem áreas específicas de armazenamento para cada material e ferramenta?	4
	A mesa de trabalho encontra-se, de um modo geral, arrumada e organizada?	1
	As zonas de armazenamento encontram-se identificadas?	4
Limpeza	Existem materiais de limpeza?	4
	A área de trabalho está limpa?	3
	Os corredores encontram-se desimpedidos?	4
	É realizada a separação de resíduos?	4
	Existem <i>checklists</i> de limpeza?	2
Normalização	Existem registos de não conformidade do produto?	4
	Existe <i>standard</i> de qualidade do produto?	4
	Zonas e elementos de segurança estão definidos?	4
	Existe uma ordem de trabalho?	4
Disciplina	Os operadores recebem formação de 5S?	2
	Existem folhas de registos de ocorrências?	4
	Os operadores utilizam o fardamento adequado?	4
Total		68
Percentagem		85%



Tabela IV.3 - Checklist inicial para embaladoras

Checklist		
Dpto. De Enchimento/Qualidade		
	Checklist Auditoria 5S	

Posto de trabalho	Embaladoras
Data	14-02-2017

S	Crítério	Avaliação
Utilização	Todos os equipamentos e materiais são utilizados?	4
	O local de trabalho não apresenta objetos pessoais?	2
	O material necessário está presente na zona de trabalho?	2
	Todos os corredores estão devidamente sinalizados?	4
Organização	As ferramentas e materiais encontram-se nos locais corretos de armazenamento?	2
	Existem áreas específicas de armazenamento para cada material e ferramenta?	3
	A mesa de trabalho encontra-se, de um modo geral, arrumada e organizada?	3
	As zonas de armazenamento encontram-se identificadas?	3
Limpeza	Existem materiais de limpeza?	2
	A área de trabalho está limpa?	3
	Os corredores encontram-se desimpedidos?	3
	É realizada a separação de resíduos?	4
	Existem <i>checklists</i> de limpeza?	2
Normalização	Existem registos de não conformidade do produto?	2
	Existe <i>standard</i> de qualidade do produto?	2
	Zonas e elementos de segurança estão definidos?	4
	Existe uma ordem de trabalho?	4
Disciplina	Os operadores recebem formação de 5S?	2
	Existem folhas de registos de ocorrências?	4
	Os operadores utilizam o fardamento adequado?	4
	Total	59
Percentagem		74%

Tabela IV.4 - Checklist inicial para paletizadora e envolvidora



Checklist		
Dpto. De Enchimento/Qualidade		
	Checklist Auditoria 5S	

Posto de trabalho	Paletizadora e Envolvidora
Data	14-02-2017

S	CrITÉrio	Avaliação
Utilização	Todos os equipamentos e materiais são utilizados?	4
	O local de trabalho não apresenta objetos pessoais?	2
	O material necessário está presente na zona de trabalho?	3
	Todos os corredores estão devidamente sinalizados?	4
Organização	As ferramentas e materiais encontram-se nos locais corretos de armazenamento?	3
	Existem áreas específicas de armazenamento para cada material e ferramenta?	2
	A mesa de trabalho encontra-se, de um modo geral, arrumada e organizada?	3
	As zonas de armazenamento encontram-se identificadas?	4
Limpeza	Existem materiais de limpeza?	2
	A área de trabalho está limpa?	3
	Os corredores encontram-se desimpedidos?	4
	É realizada a separação de resíduos?	4
	Existem <i>checklists</i> de limpeza?	2
Normalização	Existem registos de não conformidade do produto?	2
	Existe <i>standard</i> de qualidade do produto?	4
	Zonas e elementos de segurança estão definidos?	4
	Existe uma ordem de trabalho?	4
Disciplina	Os operadores recebem formação de 5S?	2
	Existem folhas de registos de ocorrências?	4
	Os operadores utilizam o fardamento adequado?	4
	Total	64
Percentagem		80%

Auditorias finais



Tabela IV.5 - Checklist final para despaletizadora e inspetor 2

Checklist		
Dpto. De Enchimento/Qualidade		
	Checklist Auditoria 5S	

Posto de trabalho	Despaletizadora e Inspetor 2
Data	18-05-2017

S	Critério	Avaliação
Utilização	Todos os equipamentos e materiais são utilizados?	4
	O local de trabalho não apresenta objetos pessoais?	3
	O material necessário está presente na zona de trabalho?	4
	Todos os corredores estão devidamente sinalizados?	4
Organização	As ferramentas e materiais encontram-se nos locais corretos de armazenamento?	4
	Existem áreas específicas de armazenamento para cada material e ferramenta?	4
	A mesa de trabalho encontra-se, de um modo geral, arrumada e organizada?	3
	As zonas de armazenamento encontram-se identificadas?	4
Limpeza	Existem materiais de limpeza?	4
	A área de trabalho está limpa?	3
	Os corredores encontram-se desimpedidos?	3
	É realizada a separação de resíduos?	4
	Existem <i>checklists</i> de limpeza?	4
Normalização	Existem registos de não conformidade do produto?	4
	Existe <i>standard</i> de qualidade do produto?	4
	Zonas e elementos de segurança estão definidos?	4
	Existe uma ordem de trabalho?	4
Disciplina	Os operadores recebem formação de 5S?	2
	Existem folhas de registos de ocorrências?	4
	Os operadores utilizam o fardamento adequado?	4
Total		74
Percentagem		93%



Tabela IV.6 - Checklist final para enchedora, pasteurizador e inspetor 1

Checklist		
Dpto. De Enchimento/Qualidade		
 FONT SALEM	Checklist Auditoria 5S	

Posto de trabalho	Enchedora, Pasteurizador e Inspetor 1
Data	15-05-2017

S	CrITÉrio	Avaliação
Utilização	Todos os equipamentos e materiais são utilizados?	4
	O local de trabalho não apresenta objetos pessoais?	3
	O material necessário está presente na zona de trabalho?	2
	Todos os corredores estão devidamente sinalizados?	4
Organização	As ferramentas e materiais encontram-se nos locais corretos de armazenamento?	4
	Existem áreas específicas de armazenamento para cada material e ferramenta?	4
	A mesa de trabalho encontra-se, de um modo geral, arrumada e organizada?	3
	As zonas de armazenamento encontram-se identificadas?	4
Limpeza	Existem materiais de limpeza?	4
	A área de trabalho está limpa?	3
	Os corredores encontram-se desimpedidos?	4
	É realizada a separação de resíduos?	4
	Existem <i>checklists</i> de limpeza?	4
Normalização	Existem registos de não conformidade do produto?	4
	Existe <i>standard</i> de qualidade do produto?	4
	Zonas e elementos de segurança estão definidos?	4
	Existe uma ordem de trabalho?	4
Disciplina	Os operadores recebem formação de 5S?	2
	Existem folhas de registos de ocorrências?	4
	Os operadores utilizam o fardamento adequado?	4
	Total	73
	Percentagem	91%



Tabela IV.7 - Checklist final para embaladoras

Checklist		
Dpto. De Enchimento/Qualidade		
	Checklist Auditoria 5S	

Posto de trabalho	Embaladoras
Data	15-05-2017

S	CrITÉrio	Avaliação
Utilização	Todos os equipamentos e materiais são utilizados?	4
	O local de trabalho não apresenta objetos pessoais?	3
	O material necessário está presente na zona de trabalho?	3
	Todos os corredores estão devidamente sinalizados?	4
Organização	As ferramentas e materiais encontram-se nos locais corretos de armazenamento?	3
	Existem áreas específicas de armazenamento para cada material e ferramenta?	4
	A mesa de trabalho encontra-se, de um modo geral, arrumada e organizada?	4
	As zonas de armazenamento encontram-se identificadas?	3
Limpeza	Existem materiais de limpeza?	4
	A área de trabalho está limpa?	3
	Os corredores encontram-se desimpedidos?	4
	É realizada a separação de resíduos?	4
	Existem <i>checklists</i> de limpeza?	4
Normalização	Existem registos de não conformidade do produto?	4
	Existe <i>standard</i> de qualidade do produto?	2
	Zonas e elementos de segurança estão definidos?	4
	Existe uma ordem de trabalho?	4
Disciplina	Os operadores recebem formação de 5S?	2
	Existem folhas de registos de ocorrências?	4
	Os operadores utilizam o fardamento adequado?	4
Total		71
Percentagem		89%

Tabela IV.8 - Checklist final para paletizadora e envolvidora

Checklist		
Dpto. De Enchimento/Qualidade		
 FONT SALEM	Checklist Auditoria 5S	

Posto de trabalho	Paletizadora e Envolvidora
Data	16-05-2017

S	CrITÉrio	Avaliação
Utilização	Todos os equipamentos e materiais são utilizados?	4
	O local de trabalho não apresenta objetos pessoais?	3
	O material necessário está presente na zona de trabalho?	3
	Todos os corredores estão devidamente sinalizados?	4
Organização	As ferramentas e materiais encontram-se nos locais corretos de armazenamento?	3
	Existem áreas específicas de armazenamento para cada material e ferramenta?	4
	A mesa de trabalho encontra-se, de um modo geral, arrumada e organizada?	4
	As zonas de armazenamento encontram-se identificadas?	4
Limpeza	Existem materiais de limpeza?	4
	A área de trabalho está limpa?	3
	Os corredores encontram-se desimpedidos?	4
	É realizada a separação de resíduos?	4
	Existem <i>checklists</i> de limpeza?	4
Normalização	Existem registos de não conformidade do produto?	4
	Existe <i>standard</i> de qualidade do produto?	4
	Zonas e elementos de segurança estão definidos?	4
	Existe uma ordem de trabalho?	4
Disciplina	Os operadores recebem formação de 5S?	2
	Existem folhas de registos de ocorrências?	4
	Os operadores utilizam o fardamento adequado?	4
	Total	75
	Percentagem	94%